



Astr. P.
75 m

Kaiser

An die kœnigl. Academie der
Wissenschaften in Berlin
vom 17. April 1771



METINGEN

MET DEN

MIKROMETER.

✓

EERSTE METINGEN

MET DEN

MIKROMETER,

VOLBRAGT OP HET OBSERVATORIUM VAN
'S RIJKS HOOGESCHOOL TE LEIDEN,

DOOR

J. Kaiser,

MATH. MAG. PHIL. NAT. DOCTOR, DIRECTEUR VAN HET OBSERVATORIUM
EN LECTOR VOOR DE STERREKUNDE AAN DE HOOGESCHOOL TE
LEIDEN, BUITENLANDSCH LID DER KONINKLIJKE STERRE-
KUNDIGE SOCIETEIT TE LONDON, LID VAN VERSCHILLENDE
WETENSCHAPPELIJKE MAATSCHAPPIJEN.

Met eene Plaat.



Leiden,

BIJ H. W. HAZENBERG EN COMP.



1840.



EERSTE METINGEN

MET DEN

MIKROMETER,

VOLBRAGT OP HET OBSERVATORIUM VAN
'S RIJKS HOOGESCHOOL TE LEIDEN,

DOOR

J. Kaiser,

MATH. MAG. PHIL. NAT. DOCTOR, DIRECTEUR VAN HET OBSERVATORIUM
EN LECTOR VOOR DE STERREKUNDE AAN DE HOOGESCHOOL TE
LEIDEN, BUITENLANDSCH LID DER KONINKLIJKE STERRE-
KUNDIGE SOCIETEIT TE LONDON, LID VAN VERSCHILLENDE
WETENSCHAPPELIJKE MAATSCHAPPIJEN.

Met eene Plaat.



Leiden,

BIJ H. W. HAZENBERG EN COMP.

1840.



GEDRUKT BEI J. G. LA LAU,

**Bayerische
Staatsbibliothek
München**

DEN EDEL GROOT ACHTBAREN HEERE

P. HUIDEKOPER,

LID DER STATEN VAN HOLLAND EN VAN DEN RAAD DER STAD AMSTERDAM.
COMMISSARIS VAN HET VADERLANDSCH FONDS TER AANMOEDIGING
VAN S' LANDS ZEEDIENST. CURATOR DER AMSTERDAMSCHER
ARMENSCHOLEN ENZ. ENZ.

Bijaldien ik, zeer waarde en geëerde Vriend, niet geheel ten onregte, aan deze vrucht mijner jongste werkzaamheden, eenige waarde mogt toekennen, dan kon ook niets zoo regtmatig en natuurlijk wezen als mijn innige wensch, van haar aan U te mogen toewijden. Wie toch kan mij meer vereeren en verkeugen, door den stempel van belangstelling en goedkeuring op mijnen arbeid te drukken, dan de edele vriend, die gedurende het grootste deel mijns levens, alles voor mij was, wat

immer een vader voor zijnen zoon, wat immer een broeder voor zijnen broeder wezen kon? O! als zoodanig beminde ik U reeds in de jaren mijner jeugd, als zoodanig mag ik U nog de nietige offers mijner erkenntenis toebrengen, want elk tijdperk van mijn leven, staat als getuige uwer onveranderlijke liefde en genegenheid voor mijnen geest, wier indruk op mijn gemoed, door tijd noch lotgevallen kan worden uitgewischt. Herinnert Gij U den tijd, toen mij, als veertienjarigen knaap, wien de dood de lessen en vermaningen eens vaders had onthouden, ook mijn leermeester en weldoener, mijn brave en verdienstelijke, te weinig gewaardeerde oom ontviel? Toen was mij geen ander uitzigt geopend, dan van raad en leidsman verstoken, eene mij nog onbekende wereld doortezwerven, en wellicht van den eenen dwaalweg in den anderen te vervallen; maar alles wat de dood mij had ontnomen, alles wat ik verloren moest wanen, mogt ik bij U, en in het liefderijk gezin, van uwen onvergetelijken vader, wedervinden. Mijne nog zoo wankelende schreden op het pad der wetenschappen, werden door U en door uwen geleerden broeder, mijn achtenswaardigen vriend, den Heer Regter Mr. A. W. HUIDEKOPER bestuurd en bevestigd; en welke mijne letterkundige vorming wezen moge, ik ben die aan uw beider zorg geheel verschuldigd. De eerbiedwaardige grijsaard, wiens nagedachtenis ons heilig blijft, wilde mij reeds in mijne jeugd, met zijne bijzondere vriendschap, met zijn vertrou-

wen en zijne genegenheid verwaardigen en vereeren, en altijd bleef hij voor mij dezelfde, want zijn regtschapen hart, heeft geene geveinsdheid of onstandvastigheid gekend. In zijne en in uwe woning, waar alles mij eene onverdiende genegenheid toedroeg, heb ik zoo menig gelukkig uur mijner jeugd doorgebracht en zij bleven onafgebroken die rustplaatsen voor mijn gemoed, waar hartelijke en ongeveinsde vriendschap mij altijd tegenstroomde, waar deelneming in spaarzame vreugde, waar rijke troost en bemoediging in meer veelvuldig lijden, waar hulp, ondersteuning en veel meer dan ik wenschen mogt, steeds het deel was mij beschoren.

Verdenk mij niet, geliefde vriend! die mijne belangen steeds als de uwe behartigdet, die in mijne vreugde en smart, steeds als in die van eenen broeder hebt gedeeld; meen niet dat ik wanen zoude U te vergelden, door al de blijken uwer genegenheid voor mij, in uw geheugen terug te roepen. Ik kan noch U vergelden, noch uwe ontelbare liefdeblijken opsommen, en Gij begeert dit niet, want het bewustzijn mijn geluk bevorderd te hebben, is U genoeg. Slechts wenschte ik aan de behoefte van mijn hart te voldoen, laat uwe toegevendheid mij ook dit vergunnen. Na het volbrengen van dezen moeilijken en, ten minste in mijn oog, welgelukten arbeid, mag ik den weldadigen invloed niet verzwijgen, dien Gij steeds op mijn lot en op mijne studien hebt uitgeoefend, want die staat daarmede in het naauwste

verband. *De wetenschap aan welke ik mijn leven heb toegewijd, heeft ook in U een' ijverigen voorstander en grondigen kenner gevonden. Elke mijner zwakke pogingen om haar bij ons te bevorderen, vond eene goedkeuring, eene toejuiching en krachtige ondersteuning bij U, die rijkelijk tegen de koele onverschilligheid van anderen opwoog; en ben ik in mijne jongste ondernemingen geslaagd, zal er immer in mijne verrigtingen iets gevonden worden, waardig om tot de nakomelingschap te worden overgebracht, dan zal ik dit aan U geheel verschuldigd zijn. Gij alleen weet het, wat ik aan de volharding bij mijne studien heb ten offer gebracht, maar velen kon het toch niet ontgaan, dat ik eenen meer dan gewonen moed behoefde. Die heeft de Hemel mij door U geschonken en ik schaam mij de openlijke bekentenis niet, aan uwe genegenheid voor mij verschuldigd, dat ik reeds voor lang alleen door U ben wederhouden, een studie-vak vaarwel te zeggen, dat zoo langen tijd uitsluitend voor mij, aan ontelbare onaangenaamheden en bezwaren verbonden scheen.*

Gij vraagt niet om welke redenen deze arbeid in het licht verschijnt, want Gij weet dat de vrek alleen voor het oog der wereld bedekt, wat hij met moeite en zorg heeft verkregen, maar hem die niet bewust is op welken prijs ik den kostbaren tijd heb leeren schatten, zoude het kunnen bevreemden, dat ik nu reeds, met eene lange reeks van metingen te voorschijn trede, terwijl men bezwaarlijk meer, dan de

aankondiging kan verwachten, dat mijne eigenlijke werkzaamheden met den mikrometer aangevangen zijn. Ik kan het veertiental jaren van mijn leven niet terugroepen, gedurende hetwelk mijne beste pogingen om in de sterrekunde te arbeiden, zonder belangrijke gevolgen moesten blijven, maar het was mijn ernstige wil, om elke gelegenheid die mij werd aangeboden, zoo streng mogelijk te gebruiken en daaraan zelfs de grootste offers te brengen. Ik heb daarom, zonder den gewonen tijd voor voorloopige oefeningen te begeeren, dadelijk de handen aan het werk geslagen en de hermeting der dubbele sterren ondernomen, die zich vroeger de bijzondere aandacht van STRUVE en BESSEL hadden verworven; en alleen door elke gelegenheid, hetzij gunstig, hetzij ongunstig, onvermoeid te baat te nemen, was het mogelijk in weinige ongunstige maanden, een' arbeid te voltooijen, die BESSEL gedurende drie jaren heeft bezig gehouden. Aan dien arbeid heb ik wijders de onderzoekingen toegevoegd, uit welke blijken moest, wat de mikrometer te Leiden voor de overige werkzaamheden belooft, die met zulk een werktuig ondernomen kunnen worden; en bij de stellige aanwijzing, dat zelfs de allerzwaarste taak, den besten uitslag kan doen verwachten, wordt de keuze belangrijk uit den rijken voorraad van stoffen, wier bearbeiding nog overblijft. Elke veel omvattende toekomstige onderneming, die door de reeds verkregene uitkomsten geregvaardigd wordt, zal ligtelijk jaren ar-

beids kosten, en dit is eene reden te meer, waarom ik de verschuldigde proeve niet langer wilde schuldig blijven. Gij weet dat een werktuig voor het enkele zien bestemd, bij den tegenwoordigen toestand der sterrekunde weinig waarde bezit. Onze kennis van de onmetelijke schepping kan alleen worden uitgebreid door de ontdekking van veranderingen, die zij in hare kleine deelen ondergaat, en deze kunnen alleen door regtstreeksche metingen met zekerheid worden aangewezen. Het meten is alzoo de grondslag waarop de uitbreiding onzer kennis van den hemel moet berusten, en dit te volmaken is sedert lang het ernstige doel, waarnaar de grootste geleerden en kunstenaars streven. Niet dan met leedwezen kunt Gij opmerken hoe weinige onzer landgenooten, van al wat in dit opzigt volbragt wordt eenige kennis dragen, en Gij zult het daarom ook goedkeuren, dat ik de slotsom mijner werkzaamheden, van die inlichtingen en beschrijvingen heb laten voorafgaan, welke eene zoo belangrijke kennis bij onze landgenooten kunnen bevorderen. Ik heb vroeger in het geschrift onder den titel, *Het Observatorium te Leiden, in 1838 bij H. W. HAZENBERG EN COMP. te Leiden uitgegeven*, zoo veel medegedeeld als noodig was, om den voormaligen en tegenwoordigen toestand des observatoriums, en om de beginselen die mij bij zijne jongste verbetering bestuurden, in een duidelijk daglicht te stellen, en kom daarop niet weder terug. In het genoemde werk heb ik eenige proeven van waar-

nemingen met de kleinere werktuigen gegeven, terwijl het grootere, uitsluitend voor wetenschappelijke onderzoekingen bestemd, nog ontbrak; waardoor toen het meest belangrijke nog onbeslist moest blijven. *Wat ik toen nog niet geven kon, geef ik nu, zoodat het tegenwoordige geschrift, als een vervolg op het voorgaande, en als daarmede één geheel uitmakende beschouwd moet worden.*

Tegen de moeilijkheden aan welke de uitoefening der praktische sterrekunde verbonden is, staan, gelijk Gij weet, ook belangrijke voorregten over, welke deze wetenschap haren beoefenaren aanbiedt. Het is inderdaad een uitstekend voorregt, dat de sterrekundige een' onfeilbaren toetssteen zijner eigene verrigtingen in handen heeft, die hem tegen willekeurige of onregtmatige beoordeelingen waarborgt. Zijn arbeid zelf draagt de kenmerken zijner waarde in zich en de onfeilbare voorschriften der hoogere wiskunde, verkennen zijnen weg op het grondgebied, waar hij zich durfde wagen. Het is hem thans niet alleen geoorloofd, maar zelfs ten pligt gesteld, zijne waarnemingen aan de leer der waarschijnlijkheids-rekening te toetsen, en dan wordt hare innerlijke gehalte, niet in meeningen of gedachten, maar in onfeilbare getallen uitgedrukt. Dit alles beslissende onderzoek mogt dan ook hier niet ontbreken en voerde tot de verrassende uitkomst, dat de hulpmiddelen op het observatorium te Leiden, in weerwil van hunne betrekkelijk kleine afmetingen en mindere kostbaarheid, in weerwil van

honne slechts uit nood gebezigde en schijnbaar geheel ongeschikte standplaats, de teederste onderzoekingen en de naauwkeurigste uitkomsten opleveren, op welke de praktische sterrekunde zich immer beroemen kon. *Toen Gij mij met het oprigten der wonderspreukige balkenstelling bezig zaagt, die het schoone en om zijne kleine afmetingen te weinig geachte werktuig zoude dragen, hebt Gij U over mijne al te groote inspanning en bezorgdheid verontrust, maar niemand gevoelde meer dan ik, dat slechts het gedeeltelijk mislukken mijner onderneming, den toestand der wetenschap in ons vaderland met nieuwe schande konde bevelken. De belangstelling en gunstige verwachtingen die ik bij U, bij mijne even opregte als geleerde vrienden DE GELDER en onzen uitstekenden wis- en sterrekundige F. J. STAMKART mogt ontwaren, droegen meer dan eene twintigjarige oefening bij, om mijne hoop op eenen gunstigen uitslag levendig te houden, maar dat mijne metingen in geenerlei opzigten voor die zouden behoeven te wijken, welke de kostbaarste hulpmiddelen tot heden hebben voortgebracht, ging ons aller stoutste verwachting te boven. Ik gevoel mij deswegen tot herneuwden dank gedrongen, jegens de Edel Groot Achtbare Heeren Verzorgeren onzer Hoogeschool, die mij, in weerwil van vele zwarigheden, de hulpmiddelen deden toekomen, voor de aanvankelijke opbeuring der sterrekunde bij ons noodwendig. Het strekt mij tot vreugde, dat de welwillende zorg en zucht voor wetenschap, door Hun Ed. Gr. Achtb. ook*

in dezen aan den dag gelegd, reeds aanvankelijk met de beste gevolgen bekroond mogten worden en ik wensch niets vuriger, dan dat het Observatorium te Leiden, ook toekomstig aan de billijke verwachtingen van Hun Ed. Gr. Achb. beantwoorden zal.

En nu geliefde vriend! ontvang in gunst en welgevallen deze vrucht mijner pogingen, die het reinste gevoel van hartelijke vriendschap, van achting en erkenning aan U heeft toegewijd. Mogen geene omstandigheden haar tot eindpaal stellen eener loopbaan, die ik hoop nog slechts te zijn ingetreden en, onder hooger en zegen, nog lang te zullen bewandelen. Zie Gij in dezen arbeid grootendeels nog slechts eene aanwijzing van hetgeen het observatorium te Leiden thans vermag en voor de toekomst belooft. Zie daarin de uitdrukking van mijnen hartelijken wensch, om voor de wetenschap te leven, door U, door mij en door zoo vele duizenden met ons, op den hoogsten prijs geschat. Slechts blijve het mij vergund aan dezen wensch te kunnen voldoen — maar ik misken U niet. Ik weet het hoezeer mijn welzijn U ter harte gaat, ik weet het hoe gaarne Gij al het uwe aan de vervulling mijner redelijke wenschen toebrengt en dit bewustzijn kan mij, meer dan alles, moed en krachten schenken. Dierbaar, onontbeerlijk blijft mij uwe vriendschap, want ik eerbiedig de edele beginselen, die uwe handelingen tot rigtsnoer strekken. Daarom kan en zal uwe bemoediging mij blijven versterken, uwe goedkeuring, uwe toejuiching

*mijn sterkste prikkel zijn. U spare en beweldadige
de Hemel — het Vaderland, uwe teedere betrek-
kingen, ook mij ten zegen.*

LEIDEN Junij 1840.

Uw liefhebbende Vriend

F. Kaiser.



INHOUD.



	Blads.
<i>Beknopte geschiedenis der Mikrometer-metingen aan den hemel.</i>	<i>1.</i>
<i>Beschrijving van den draden-Mikrometer naar Fraunhofer, op het Observatorium te Leiden.</i>	<i>25.</i>
<i>Meer naauwkeurige beschouwing van den Mikrometer en zijn gebruik.</i>	<i>47.</i>
<i>Eerste metingen van dubbele sterren, volbragt op het Observatorium te Leiden.</i>	<i>63.</i>
<i>Wiskundige beoordeeling van de waarde der voorgaande metingen.</i>	<i>79.</i>

<i>Proeven van uitbreiding der Mikrometer-metingen op grootere afstanden.</i>	96.
<i>Proeve van toepassing des Mikrometers op de plaats- bepaling van kometen.</i>	117.
<i>Besluit.</i>	126.

VERBETERINGEN.

Bladz. 14 regel 17 staat zelfs	lees zelf
» 24 » 4 » bevindt zich » verwacht men	
» 56 » 11 tot 16 gelden alleen voor den declinatie- cirkel	
» 60 » 21 staat τ lees T	
» 66 » 11 » 300 » 200.	

**BEKNOPTE GESCHIEDENIS DER
MIKROMETER-METINGEN
AAN DEN HEMEL.**



Omstreeks het midden der verledene eeuw, trad uit de groote menigte van weinig bekende aardbewoners een man te voorschijn, die met werktuigen door zijne hand vervaardigd, reeds talrijke wonderen des hemels ontdekt had, toen hij zelf nog geheel in het duister was verborgen. Het was de onvergetelijke sterrekundige WILLIAM HERSCHEL, die het eerst de aandacht van Europa tot zich trok, door de ontdekking der planeet Uranus, en die daarna, gedurende eene halve eeuw, onvermoeid werkzaam bleef, om zijne medemenschen, in de diepzinnigste geheimen der schepping intewijden. De bouwvorde van het groot heelal te kennen en met die kennis den menschelijken geest te versieren, was het verheven doel van zijne rustelooze pogingen; en door hoogere hand begunstigd, werd zijn oog niet afgemat, zijne kracht niet verslaauwd en zijn moed niet

uitgebluscht, tot dat zijn geest, van den boei des lichaams ontslagen, de ruimte der schepping geheel onbelemmerd mogt doorzweven. Altijd werkzaam en altijd met edelen ijver bezielde voor de taak hem opgedragen, ontging hem ook de billijke vergelding niet. Elke zijner pogingen was rijk in belangrijke gevolgen. Uit elken arbeid trad eene nieuwe ontdekking te voorschijn; en zoo werd onze kennis van het groot heelal, door hem met duizend nieuwe wereldstelsels, met duizend nieuwe scheppingen, met duizend nieuwe wonderen vermeerderd.

Wanneer men vóór den tijd van **HERSCHEL**, van het wereldstelsel gewaagde, dan dacht men gewoonlijk slechts aan de stip in het heelal, die onze zon met de om haar wentelende planeten bekleedt. De grenzen des planetenstelsels, waren tevens de grenzen onzer kennis. Men kende gedeeltelijk de krachten en werkingen, aan welke alles daar binnen gehoorzaamt, maar daar buiten was en bleef alles met de geheimzinnigste duisternis overtoegen. **HERSCHEL** hief den sluier op, die het heiligdom voor ons oog verborgen hield en honderdtallen van nieuwe wereldstelsels, als uit de diepte der oneindige ruimte te voorschijn groepen, voegden zich bij het eenige, van welks bestaan men kennis droeg. Toen verrieden zich, in de hoogere streken des hemels, honderden geheel onbekende stelsels van zonnen, wier heerschappij zich niet bij donkere wachters bepaalt, maar die over elkander gebiedende, aan elkanders invloed onderworpen zijn. Toen zag men de lichten, op afstanden van ons verwijderd, die de uitgestrektheid der planetenstelsels welligt millioenen malen overtreffen, de lichten door

vroegere onkunde als *vaste sterren* gekenmerkt, met bliksemsnelle vlugt, het ruim heelal doorklieven en, wereldstelsels van eene hoogere orde vormende, ge-regelde loopbanen om elkander volbrengen. De hemel hield op, voor ons een zinnebeeld van doodsche rust en onafgebroken stilte te wezen. Ook daar boven ver-riedt zich van toen af, overal geest en leven; daar openbaarden zich duizend nieuwe kenteekenen van de magt en wijsheid des Scheppers, in duizend nieuwe werelden, door Zijne kracht voortgedreven. Toen eerst bleek het hoeveel het groote werk der Almagt ons nog ter onderzoeking overliet, en de mogelijkheid van eenen eeuwigten gelukzaligen werkkring werd aan onze zwakke zinnen vertegenwoordigd.

De dood scheen den man te ontzien, die aan het wezenlijke heil des menschedoms, zijn leven had toegewijd, en spaarde hem tot in den hoogsten ouderdom; maar de hemel is voor eens menschen leeftijd te rijk aan wonderen. De oneindige verscheidenheid van werelden en scheppingen, door de oneindige ruimte uitgestrooid, vordert het onderzoek van eene eeuwigheid. **HERSCHEL** kon niet meer dan de grondslagen leggen van gebouwen, wier voltrekking hij aan de toekomstige eeuwen en duizendtallen van jaren moest overlaten. Het was reeds veel, dat onze verbeelding tot boven den grooten tempel der schepping werd verheven, om ons van daar zijne bouw-orde te doen overzien en beoordeelen; het was reeds veel, dat ons de schoonheden werden aangewezen in zijne geheime werkplaatsen verborgen, maar wij zien daar, hetgeen wij nog niet doorgronden. Nieuwe scheppingen zijn aan ons oog ontsloten, maar de krach-

ten en wetten, door welke zij bestuurd worden, kennen wij nog niet. Een nader onderzoek vorderde werktuigen van eene hoogere volkomenheid. De behoefte was de sterkste spoorslag om die uitte vinden en te vervaardigen; en weldra gaven de hulpmiddelen tot waarnemingen en metingen aanleiding, van wier juistheid men vroeger geen denkbeeld had. Zoo werd de wetenschap door de kunst ondersteund; de hoogere volmaking der kunst, door de wetenschap uitgelokt, en HERSCHEL heeft door zijne onderzoekingen, der sterrekunde een nieuw en luistervol leven toebereid.

In natuurlijke wetenschappen moet elke onderzoeking van waarnemingen uitgaan, elk besluit op waarnemingen berusten. Wilde men uit de ontdekte bewegingen, welke de vaste sterren ondergaan, tot de krachten besluiten door welke zij worden voortgedreven, dan moesten die bewegingen zelve aanvankelijk met groote juistheid bepaald worden. — De stelsels van om elkander wentelende zonnen, door HERSCHEL ontdekt, die wij gewoon zijn *dubbele en veelvoudige* sterren te noemen, openden het belangrijk uitzigt, van eenmaal nadere inlichtingen te zullen geven, omtrent de natuur der vaste hemellichten, over welke de wijsgeeren van de vroegste oudheid af, zich vruchteloos in bespiegelingen hadden verdiept; maar alleen dan, wanneer juiste waarnemingen en metingen, hunne schijnbare bewegingen zouden hebben doen kennen; en hiertoe werden de hulpmiddelen vereischt, om de betrekkelijke ligging van nabij elkander geplaatste hemellichten, met eene zoo groote juistheid te kunnen bepalen, dat de minste verandering zich onmiddellijk zoude moeten verraden. Reeds vóór de tijden van

HERSCHEL bezat men werktuigen voor zulk een doel bestemd. Het waren kleine toestellen, die aan de oogbuis van eenen kijker werden aangebragt, en alleen bestemd om kleine grootheden of kleine verschillen door meting te bepalen, den naam van *mikrometers* droegen. Deze mikrometers waren echter hoogst onvolkomen, weshalve aan de metingen met deze werktuigen volbragt, veelal geene waarde werd toegekend, en het zoude onmogelijk geweest zijn, zulke werktuigen, met eenig gevolg, op de eigenlijke dubbele sterren toe te passen.

De lichten, uit welke de dubbele en veelvoudige sterren zijn zamengesteld, vertoonen zich, wegens hunne ontzettende verwijdering van de aarde, zoo nabij elkander, dat zij voor het bloote oog of een' middelmatigen kijker, geheel ineensmelten en men gewoonlijk de meest vermogende werktuigen behoeft, om het eene voorwerp, van het andere afgezonderd, te kunnen onderscheiden. De dikte van een spinragje, op eenen afstand van het oog gehouden waarop het zich het scherpst vertoont, is toereikende om de meeste dier stelsels geheel te bedekken; en deze voor het oog zoo kleine grootheden, met de nog veel kleinere veranderingen die zij ondergaan, moesten bepaald en uitgemeten worden. In de eerste plaats werden hiertoe uitmuntende telescopen of kijkers vereischt en ten tweede mikrometrische toestellen, die toelaten de fijnste voorwerpen met eene juistheid uittemeten, aan de scherpte geëvenredigd, met welke zij zich door die telescopen vertoonen. HERSCHEL bezat zeer groote en voortreffelijke telescopen. Hij rustede deze met mikrometers toe, die alle vroegere aanmerkelijk over-

troffen, en volbragt, ook op dubbele sterren, talrijke metingen van eene toen nog ongeken- de juistheid. Maar hoe voortreffelijk zijne mikrometers voor hunnen tijd waren, ofschoon BODE, de naauwkeurigheid die hij met deze werktuigen bereikte, ongelooflijk noemde, is de kunst daarna op eene onvergelykbaar grootere hoogte geklommen. Bij zeer kleine afstanden, moest HERSCHEL zich alleen bij eene ruwe schatting bepalen; zijne metingen zijn in vergelyking van de tegenwoordige zeer onnaauwkeurig; en waren zijne werktuigen toereikende om loopbanen te ontdekken, die zonnen om zonnen volbrengen, de bepaling van de juiste grootte en gedaante dier loopbanen, of van de schijnbare snelheid, met welke die hemellichten in deze worden omgevoerd; de bepaling van hetgeen eene hoogere kennis moest voorbereiden, gedoogde hunne onvolkomenheid niet. De talrijke metingen door HERSCHEL op dubbele sterren in het werk gesteld, bezitten echter nog eene hooge waarde, daar de ouderdom van velen vergoedt, hetgeen zij in juistheid missen.

De ontdekking der dubbele sterren, heeft weldra zeer belangrijke bespiegelingen van verschillende sterrekundigen uitgelokt, onder welke die van BESSEL eene eerste plaats bekleeden, maar hunne opzettelijke waarneming, zoo als het belang der wetenschap die eischte, werd niet opgevat voor dat STRUVE te Dorpat die taak op zich nam, en met een' ijzeren wil de moeilijkheden bestreed, die hem, voor het bereiken van zulk een belangrijk doel, in den weg stonden. Aanvankelijk waren hem de vereischte hulpmiddelen niet ten dienste, maar op de vaardigste wijze, wist hij de werk-

tuigen voor de volstrekte plaatsbepaling der hemellichten bestemd, ook voor de juiste bepaling van hunne betrekkelijke ligging aantewenden, en alzoo vele der door HERSCHEL waargenomen dubbele sterren, aan eene nieuwe en strenge onderzoeking te onderwerpen. Deze arbeid werd in het jaar 1814 aangevangen, en voortgezet tot dat hij in 1821 een keurigen mikrometer, door FRAUNHOFER vervaardigd, ontving, die aan eenen kijker van TROUGHTON werd toegevoegd en door welken zijn arbeid tot eene groo-tere volledigheid en hoogere volkomenheid werd gebracht, dan zulks met zijne vorige werktuigen mogelijk was. Zoo leverde STRUVE talrijke uiterst belangrijke bepalingen omtrent de dubbele sterren, die alle vorige in juistheid verre overtroffen, maar die, gelijk gebleken is, door hem zelven in lateren tijd, tot eene nog veel hoogere volkomenheid zouden worden opgevoerd.

De hooge verdienste van WILLIAM HERSCHEL, kon niemand sterker opwekken om zijn voetspoor te volgen, dan den erfgenaam zijner talenten en zijner werktuigen. Sir JOHN HERSCHEL, de waardige zoon des grooten sterrekundigen, die reeds, sedert het jaar 1816, met eene herziening der door zijnen vader waargenomen dubbele sterren onledig was, vereenigde zich in 1821 met den Heer JAMES SOUTH, om eene reeks van metingen op dubbele sterren te ondernemen, die gedurende drie jaren geregeld werden voortgezet; en de eerste vrucht hunner pogingen was de meting van 380 dubbele sterren, met eene hoogere juistheid volbragt, dan die de oudere HERSCHEL bereiken kon, en die, met de vroegere bepalingen vergeleken, reeds

vele nog onbekende bewegingen bij die sterrenstelsels deed ontdekken. Deze waarnemingen werden te Londen volbragt door middel van twee kijkers, het eigendom van den Heer SOUTH, van welke de eene, eene lengte van vijf, de andere eene lengte van acht voeten had. Het kleinere werktuig had een voorwerpglas door P. en J. DOLLOND vervaardigd en was overigens door TROUGHTON bearbeid. De grootere kijker, wiens voorwerpglas als het meesterstuk van TULLEY bekend stond, was door SISSON zamengesteld en door TROUGHTON met eenen mikrometer toegerust. Met deze werktuigen begaf SOUTH zich kort daarna, naar Passy bij Parijs, alwaar een observatorium werd opgerigt en eene tweede, reeds te Londen aangevangen, zeer belangrijke reeks van metingen, welke 458 dubbele sterren omvattede, tot op het einde des jaars 1825, door hem werd voortgezet.

Zoo waren tot op dien tijd door de HERSHEY's, door STRUVE en SOUTH, reeds duizenden van metingen op dubbele sterren volbragt, en toch ontbraken nog de vereischten, om bij eene enkele der dubbele sterren, de ware loopbaan die de hemellichten, uit welke zij bestaat, om elkander beschrijven, door berekening naauwkeurig te bepalen. De metingen van den ouderen HERSHEY, hadden grootendeels slechts op twee tijdperken plaats gehad, en bezaten de vereischte juistheid niet. De nieuwere metingen, omvatteden, bij de uiterst langzame bewegingen der sterren om elkander, een te klein tijdvak, en waren mede voor de juiste bepaling van het bedrag dier bewegingen ontoereikende. Maar de tijd brak weldra aan, waarop dit nieuwe en hoogstgewigtige deel der sterrekunde,

de verdiende uitbreiding en strenge behartiging zoude erlangen.

Ofschoon nog onbewust, welken trap van juistheid men eenmaal in het meten van dubbele sterren zoude bereiken, moest men zich destijds wel overtuigd houden, dat de gebezigde hulpmiddelen nog voor eene hoogere volmaking vatbaar waren. Men had zich bij het meten nog slechts van kijkers bediend, in vermoegen ver beneden de groote telescopen van **HERSCHEL**, en de toenmalige mikrometers van **TROUGHTON**, schijnen zelfs niet aan de kracht van die kijkers geëvenredigd te zijn geweest. De groote telescopen van **HERSCHEL**, hoe voortreffelijk ook wanneer het slechts op het enkele zien aankwam, waren door hunne moeilijke en onregelmatige bewegingen, voor fijne metingen ongeschikt, en zouden, zelfs dan wanneer men ze de volkomenste mikrometers had kunnen toevoegen, deswege nog veel te wenschen hebben overgelaten. Er werd nog een man vereischt, die de zwarigheden welke de toenmalige werktuigen steeds overlieten, uit den weg zoude ruimen; een man, die evenzeer de kunst zoude volmaken als **HERSCHEL** de wetenschap had uitgebreid, en juist in dien tijd werd **FRAUNHOFER** aan de sterrekunde geschonken, die in dit opzicht al hare behoeften heeft vervuld.

FRAUNHOFER een man van nederige geboorte, maar wien de natuur met grootere schatten had toegerust, dan die het lot hem immer onthouden kon, was, toen **STRUVE**, **HERSCHEL** en **SOUTH**, hunne eerste werkzaamheden aangaande de dubbele sterren ten uitvoer bragten, sedert eenen geruimen tijd, aan de hoogere volmaking der gezigtkunde werkzaam. Het Optische

Instituut, toen te Benedictbeuren, nu te München, had het geluk FRAUNHOFER in zijnen schoot op te nemen, en FRAUNHOFER had het geluk in het Optische Instituut, al de hulpmiddelen voor zijne ontdekkingen te vinden, die de fortuin hem vroeger onthouden had. Even groot geleerde als uitstekend kunstenaar, ontwierp hij nieuwe theorien voor kijkers van eene hoogere volmaaktheid, en wist hij het glas volkomen de gedaante te geven, die door zijne theorie werd voorgeschreven. Hij dacht onfeilbare hulpmiddelen uit, om de vermogens, met welke zijne glassoorten de lichtstralen breken en verspreiden, met eene zoo groote juistheid te bepalen, als de volmaking der kijkers dit eischte en ontdekte de belangrijke kunst, om zeer groote stukken glas van eene volkomene zuiverheid te vervaardigen; zoodat het zamenstellen van grootere en meer volkomene kijkers, dan men kende, door geen toeval meer behoefde begunstigd te worden, en door geene onoverkomelijke hinderpalen meer belemmerd werd. Het Optische Instituut leverde, onder het bestuur van FRAUNHOFER, ook weldra de heerlijkste werktuigen, die men zich voorstellen kon; werktuigen die het onzeker lieten, wat meer bewondering verdiende, of de kracht waarmede zij den hemel doordrongen, of hunne bij uitstek vernuftige en doelmatige inrigting, of hunne onbegrijpelijk juiste uitvoering. Allengs grootere werktuigen tot stand gebragt hebbende, ondernam FRAUNHOFER eindelijk de vervaardiging van eenen kijker wiens voorwerpglas, bij eene opening van 9 duimen, een' brandpunts-afstand van 13 voeten hebben zoude, en dit werktuig werd reeds jaren vóór zijne geheele voltooiing, voor het observatorium te Dor-

pat aangekocht, om daar in de waardigste handen die het had kunnen vinden, namelijk in die van STRUVE, te geraken. Dit kunststuk was, behalve in zijne optische kracht en de zuiverheid waarmede het de hemellichten vertoonde, van alle vroegere werktuigen dezer soort geheel onderscheiden. Het ontzettend gevaarte, liet zich in een oogenblik met den vinger naar elk punt van den hemel rigten en de voortgaande beweging der hemellichten, uit de wending der aarde ontstaande, die het uitvoeren van zeer naauwkeurige metingen altijd had in den weg gestaan, werd bij dit werktuig als geheel vernietigd. Een vernuftig uitgedacht uurwerk deed den kijker de hemellichten in hunne beweging volgen, die zich daarbij even rustig vertoonden, als of de hemel onbewegelijk ware, en met die schoone overwinning ging eene andere, van niet minder groot aanbelang gepaard. De mikrometrische toestel namelijk, aan dezen kijker toegevoegd, was geheel onderscheiden van die welke men in vroegeren tijd had aangewend. Nieuwe zeer vernuftige vindingen en inrigtingen, met eene heerlijke bewerking vereenigd, verhieven dit werktuig tot eene volkomenheid, die niets meer te wenschen overliet en die de scherpte van het gezigt, ook door zulk een' vermogenden kijker ondersteund, nog aanmerkelijk overtrof. Zoodanig een mikrometer van FRAUNHOFER, was reeds in 1821 in handen van STRUVE gekomen en had reeds de schoonste vruchten opgeleverd, en een soortgelijk werktuig van grootere afmetingen en nog hoogere volkomenheid, moest den geheelen toestel volmaken, waarmede STRUVE voortaan aan de uitbreiding der sterrekunde arbeiden zoude.

Op het einde des jaars 1824 kwam het wereldberoemde meesterstuk van FRAUNHOFER, op het observatorium te Dorpat aan, en STRUVE vormde het plan, om met dit werktuig naauwkeurige mikrometer-metingen op alle dubbele sterren ten uitvoer te brengen. Zijn vroegere zeer verdienstelijke arbeid, werd nu van nieuws aan, en op eene veel grootere schaal opgevat. Aanvankelijk was het noodig den hemel na te lezen en de dubbele sterren optesporen, die de oudere HERSCHEL mogt hebben overgeslagen; doch het uitmuntende werktuig toonde spoedig aan, dat hier niet slechts eene nalezing te houden viel, maar dat de eigenlijke oogst nog eerst moest ingezameld worden. De oudere HERSCHEL had 800 dubbele sterren aan den hemel gevonden, maar STRUVE zag weldra dat zij bij duizendtallen door het wereldruim verspreid zijn en dat eens menschen leeftijd niet toereikende zoude wezen, om al de dubbele sterren uittemeten, die hij met zijnen kijker vinden kon. Zoo moest hij zich, om geene taak aantevangen, wier voleindiging hem zeker niet vergund zoude zijn, bepaalde grenzen stellen, binnen welke zijne onderneming beperkt moest blijven, en sloot daarom, met zeer weinige uitzonderingen, de dubbele en veelvoudige sterren uit, bij welke de afstand der voorwerpen, de waarde van 32 secunden te boven ging, of de meest heldere ster beneden de 9^{de} grootte afdaalde. Na verloop van twee jaren verscheen zijn *Catalogus novus stellarum duplicium et multiplicium*, die de benaderde plaatsen en voorloopige beschrijving van niet minder dan 3000 sterrenstelsels behelsde, binnen de genoemde grenzen besloten. Deze was een noodza-

kelijke voorloopige arbeid, in zich zelve reeds hoogst-belangrijk, maar die eene veel uitgebreider en gewigtiger taak, namelijk de meting van al die stelsels, moest voorbereiden.

Kort na het ontvangen van den grooten kijker, gaf STRUVE schitterende proeven van de voortreffelijkheid des werktuigs, en van zijne eigene uitstekende talenten. Talrijke metingen op dubbele sterren werden hier en daar, ook in de bijvoegsels op voornoemden *Catalogus*, bekend gemaakt, en het bleek weldra, dat het werktuig zich niet alleen met het schoonste gevolg op die voorwerpen liet toepassen, maar ook op andere, die eene veel uitgestrekter ruimte aan den hemel innemen. Eene juistere kennis van de afmetingen der ligchamen die ons planetenstelsel uitmaken, behoorde tot de eerste vruchten die het werktuig opleverde; de bepaling van de betrekkelijke ligging van meer verwijderde punten aan den hemel, werd met eene nog ongekende juistheid ten uitvoer gebracht, en de kunstmatige verlichting der draden in den mikrometer, door FRAUNHOFER uitgevonden, stelde STRUVE in staat, zijne onderzoekingen en metingen, zelfs over de meest lichtzwakke voorwerpen aan den hemel uittebreiden. Ook de vergelijking van zwakke kometen met nabijgelegene vaste sterren, werd door STRUVE met eene juistheid volbragt, die men vroeger voor eene hersenschim gehouden had, en alles beloofde dat zulk een werktuig, in zulke handen, niet zoude kunnen nalaten, een nieuw en helder licht over de belangrijkste deelen der wetenschap te verspreiden, die juist daarom de meeste bearbeiding behoeften, dat zij tot dien tijd boven elks bereik waren gebleven.

De groote gevolgen met welke STRUVE werkzaam was, konden toch een drietal hoogstverdienstelijke sterrekundigen, de Heeren HERSCHEL, DAWES en MÄDLER, niet afschrikken, om met veel kleinere werktuigen, op zijn voetspoor, aan de bevordering der wetenschap te arbeiden. HERSCHEL, in wiens handen het grootere aequatoriaal van SOUTH, door aankoop was overgegaan, volbragt met dit werktuig, gedurende de jaren 1828 tot 1834, nog twee lange reeksen van metingen op dubbele sterren, waarvan de eene in 1832, de andere in 1835 werd bekend gemaakt, en die zijne vroegere metingen aanmerkelijk in juistheid overtroffen. Hoeveel deze groote sterrekundige reeds had bijgedragen, ter vermeerdering van onze kennis van het deel des hemels, dat zich voor de bewoners van Europa vertoont, met hoevele ontdekkingen hij de wetenschap reeds verrijkt had, hij zelfs en welligt hij alleen, was daarmede nog niet voldaan, en begaf zich met zijne werktuigen, naar de kaap de Goede Hoop, om ook het zuidelijk halfond des hemels te onderzoeken. Reeds waren vele dubbele sterren en andere merkwaardige voorwerpen van het zuidelijk halfond des hemels, door den Heer DUNLOP op Port Jackson in Nieuw-Holland waargenomen, maar de arbeid van den, in zijn vaderland gelukkig teruggekeerden, HERSCHEL, belooft nog eene rijke oogst en de heerlijkste vruchten, die geheel Europa met gespannen verwachting verbeidt.

De Heer DAWES te Ormskirk in Engeland, heeft gedurende de jaren 1830 tot 1834 eene zeer belangrijke reeks van metingen op 121 dubbele sterren in het werk gesteld, die daarna bleek alle vroegere metin-

gen, behalve die van STRUVE, verre weg in juistheid te overtreffen. DAWES bezigde een' kijker door DOLLOND vervaardigd, van slechts vijf voeten lengte, maar een voor zijne grootte bijzonder uitmuntend werktuig. Nog kleiner was het werktuig dat in handen van den verdienstelijken MÄDLER zoo bewonderingswaardige voortbrengselen heeft opgeleverd. Het was een kijker van FRAUNHOFER, van slechts $4\frac{1}{2}$ voeten lengte, door DUWE te Berlijn parallaktisch opgesteld en met een uurwerk en eenen mikrometer toegerust. Aan het gebruik van dit kleine werktuig, zijn wij de heerlijke onderzoekingen aangaande de natuurlijke gesteldheid der planeten, en de schoone Maankaart en Maanbeschrijving, die de Heeren MÄDLER en BEER hebben be-roemd gemaakt, verschuldigd. MÄDLER heeft dit werktuig, sedert het jaar 1833, ook voor eene reeks van onschatbare metingen op dubbele sterren aangewend, tot dat zijne betrekking op het observatorium te Berlijn, meer volmaakte hulpmiddelen in zijne hand heeft gesteld, die niemand meer dan hij verdienen kon.

Gedurende eene reeks van jaren was STRUVE te Dorpat de eenige sterrekundige van het vaste land, die zich met het geregeld waarnemen van dubbele sterren, en het volbrengen van mikrometer-metingen aan den hemel in het algemeen, bezig hield, ofschoon het overigens niet aan observatorien of aan kostbare werktuigen van eenen anderen aard, of aan geschikte sterrekundigen ontbrak. Zijn gewigtige en gelukkige arbeid, wekte natuurlijkerwijze evenveel belangstelling als nijd op, en deed de behoefte van, en de begeerte naar zulke hulpmiddelen, als die hem ten dienste stonden, meer en meer gevoelen. Niet overal

echter was den sterrekundigen eene geest en ligchaamskracht als die van STRUVE beschoren; niet overal vonden een Rusland, dat onbelemmerd aan de eischen der wetenschap kon en wilde voldoen. Intusschen bleef het voorbeeld door Rusland en door STRUVE gegeven, niet zonder lofwaardige navolging; en het optische Instituut, dat aan den grooten kijker te Dorpat zijn vermogen geenszins had uitgeput, bleef in het belang der wetenschap, ernstig werkzaam, steeds naar hoogere volmaaktheid strevende. FRAUNHOFER was door eenen te vroegtijdigen dood weggerukt, maar toch had hij gelukkig lang genoeg geleefd om aan te toonen wat zijne kunst vermogt; lang genoeg om twee opvolgers, zijner waardig, de Heeren MERZ en MAHLER te vormen. Hij had eenige grootere werktuigen voltooid, of gedeeltelijk nog onvoltooid nagelaten. Onder de eerste behoorde een kijker, van dezelfde grootte als die van Dorpat. Deze werd voor het observatorium te Berlijn aangekocht, alwaar hij reeds in 1829 aankwam, maar eerst in 1835, toen het nieuwe observatorium voltooid was, kon worden opgesteld. Onder de laatste behoorde een kleinere kijker van 8 voeten lengte, voor het observatorium te Weenen bestemd, wiens voet later aldaar vervaardigd werd, en bijzonder de groote en beroemde heliometer, die thans het observatorium te Königsberg versiert. Het laatstgenoemd werktuig, was bij den dood van FRAUNHOFER nog slechts aangevangen, maar werd door de Heeren MERZ en MAHLER, op de volkomenste wijze voltooid; en deze hoogstverdienstelijke kunstenaars durfden weldra zelfs grootere werktuigen ondernemen, dan die door FRAUNHOFER waren

tot stand gebracht. Hunne grootste voortbrengselen daarna, zijn de groote, met een' mikrometer toegeruste, kijker op het observatorium te Bogenhausen bij München, en de nog grootere kijker, met den grooten heliometer, op het nieuwe observatorium op den Pulkowa bij St. Petersburg geplaatst.

De kijker te Bogenhausen, aan welken op het einde des jaars 1834 de laatste hand is gelegd, heeft, bij eene opening van $10\frac{1}{2}$ Parijsche duimen, eenen brandpunts-afstand van 15 voeten, zoodat hij den kijker te Dorpat in grootte nog aanzienlijk overtreft. De Heer LAMONT, de beroemde bestuurder van het observatorium te Bogenhausen, heeft van dit uitmuntende werktuig reeds het schoonste en doelmatigste gebruik gemaakt en zijne opmerkzaamheid, niet alleen aan eenige dubbele sterren, maar ook aan andere voorwerpen des hemels geschonken, wier kennis door de beide HERSCHELS zoo aanzienlijk is uitgebreid. Uiterst belangrijk en leerzaam, zijn zijne waarnemingen en metingen aangaande de planeten Jupiter en Saturnus en hare wachters, en LAMONT komt den lof toe, van het eerst sommige nevelvlakken en sterrehoopen, zoodanig te hebben waargenomen en uitgemeten, als dit eenmaal geschieden moest, wilde men eene meer naauwkeurige kennis dier gewrochten, niet altoos onmogelijk laten blijven. De Heer LAMONT heeft zich hoofdzakelijk bij eenige ondernemingen bepaald, die alleen met een zoo groot werktuig te volbrengen zijn; wijselijk datgene aan anderen overlatende, wat binnen het bereik hunner middelen valt. Aangaande werkzaamheden met den grooten kijker te Berlijn ondernomen, is, althans mij, nog weinig bekend, en de andere

kijkers van aanzienlijke afmetingen, die uit de stichting te München zijn voortgevloeid, als de reuzen-kijker te Kasan en de kleinere te Weenen, Helsingfors enz. schijnen, evenzeer als vele andere soortgelijke werktuigen van andere makers, die op verschillende observatorien in Europa worden aangetroffen, nog geene mikrometer-metingen van eenige waarde te hebben opgeleverd.

Een heliometer, als die te Königsberg, is een werktuig mede voor teedere metingen van kleine voorwerpen aan den hemel bestemd, maar dat, gelijk ik dit elders heb ontwikkeld (1), op een geheel ander beginsel dan de, met mikrometer gewapende, kijker berust, en welks voorname eigenschap hierin bestaat, dat het, met dezelfde naauwkeurigheid, het meten van grootere afstanden en uitgestrektheden toelaat, dan die met den mikrometer bereikt kunnen worden. Het valt eenigzins buiten ons bestek, de werkzaamheden te vermelden, die de onvergelykbare BESSEL, met dit schoone en kostbare werktuig heeft ten uitvoer gebracht, maar toch mogen wij die niet met stilzwijgen voorbijgaan. De bekende metingen van BESSEL op dubbele sterren, zijn nog niet merkwaardig door hunne talrijkheid, maar wel door hunne onovertroffene juistheid, en de onderzoekingen van BESSEL als die welke de planeet Saturnus en hare satellieten betreffen, hebben, gelijk de bepaling van den afstand der 61^{ste} ster in het sterrebeeld de Zwaan, reeds de bewondering van alle sterrekundigen in Europa tot zich getrokken en de dankbare hulde van allen verworven, die prijs

(1) *Iets over de groote kijkers uit München, op het observatorium bij St. Petersburg, in den Alg. Konst- en Letterbode N^o. 30 en 31. van het jaar 1839.*

stellen op de uitbreiding van het grootste en schoonste, wat de mensch hier beneden bezitten kan.

Toen STRUVE de eerste proeven had gegeven, van hetgeen hij met zijn uitmuntend werktuig vermogt, heeft hij het, bij voorkomende gelegenheden, ook voor bijzondere onderzoeken of waarnemingen aangewend, maar zijn hoofddoel bleef steeds de meting van het 3000 tal dubbele en veelvoudige sterren, in zijnen *Catalogus* aangewezen. Na verloop van twaalf jaren was die reuzen arbeid voltooid, en in 1837 verscheen zijn onsterfelijk werk, de *Mensurae micrometricae stellarum duplicium et multiplicium*, welks uitkomsten op duizende tientallen van afzonderlijke metingen berusten. STRUVE kon met dien geweldigen arbeid niet de bedoeling koesteren, om de bewegingen volledig te bepalen, bij lichamen, die hunne omwentelingen om elkander meestal eerst in eeuwen of duizendtallen van jaren volbrengen, maar wilde hunne betrekkelijke ligging op een bepaald tijdstip, door naauwkeurige meting doen kennen; om alzoo een' vasten en uitgebreiden grondslag te leggen, op welken de kennis der bewegingen welke de dubbele sterren ondergaan, in de toekomst noodwendig berusten moest, en op welken men verder eene hoogere kennis van den hemel, zijne lichten en zijne wonderen zoude kunnen voltrekken. Bij vele der dubbele sterren, was de beweging der hemellichten om elkander schielijk genoeg, om zich reeds aan STRUVE, gedurende het twaalfjarig tijdvak zijner metingen te verraden, maar bij verre weg de meeste, bleef het al of niet bestaan van eene wentelende beweging, geheel onzeker. Dit zal de vergelijking van toekomstige metingen met die

van STRUVE beslissen. Toekomstige metingen zullen nieuwe bewegingen doen ontdekken, en de reeds bekende met eene juistheid doen bepalen, die aanleiding geven zal om de berekening der ware loopbaan, over een veel grooter aantal dubbele sterren uittebreiden, dan dit tot nu toe mogelijk was. — STRUVE heeft op eene onloochenbare wijze bewezen, dat zijne metingen alle vroegere verre weg in naauwkeurigheid overtroffen, en in zijne verrigtingen heeft hij zijnen toekomstige navolgers, een' juisten maatstaf in handen gegeven, naar welken zij de waarde van hunnen eigenen arbeid zullen kunnen afmeten. Ontelbaar zijn de belangrijke gevolgen en ontdekkingen door hem zelve en door den verdienstelijken MÄDLER reeds uit zijne metingen afgeleid, doch wier vermelding geheel buiten ons bestek ligt; en juist deze toonen het aan, hoeveel meer van de voortzetting van zijnen arbeid verwacht mag worden; juist deze strekken ten waarborg, dat de zoo gelukkig volbragte arbeid van STRUVE, nog eeuwen hierna, eene onschatbare waarde hebben zal. Zulk een werk moest ondernomen, zulk een werk moest ten uitvoer gebragt worden, wilde men kunnen hopen, dat onze kennis van den hemel, die uitbreiding zoude erlangen, welke de dubbele en veelvoudige sterren haar beloofden; en wil men die hoop eenmaal verwezenlijkt zien, dan mag het bij dien arbeid niet blijven berusten; dan moet men, op het voetspoor van STRUVE, onafgebroken de beweging der hemellichten blijven bespieden; dan moet men onverdroten voortarbeiten op den grondslag door hem gelegd; dan moeten zij, aan wie zulke hulpmiddelen worden toevertrouwd, zich zijnen ijver en zijne ta-

lenten eigen maken en die naar zijn voorbeeld, met opoffering van rust en genoegens, geheel aan de bevordering der wetenschap toewijden.

Wij hebben nu de voornaamste mikrometer-metingen aan den hemel opgenoemd, die tot heden zijn volbragt geworden en het blijkt daaruit, dat het welgelukken dezer, voor den tegenwoordigen toestand der sterrekunde, zoo hoogstbelangrijke verrigtingen, tot heden aan nog slechts zeer weinige waarnemers te beurt viel. Vragen wij naar hen die zich in deze sterrekundige werkzaamheden bij uitstek verdienstelijk hebben gemaakt, en tevens door geene omstandigheden werden belemmerd, om die met de hoogste juistheid nittevoeren welke kunst en wetenschap thans veroorlooven, dan kunnen slechts drie namen genoemd worden, die van STRUVE, LAMONT en BESSEL. Door deze weinigen is hier veel geschied, maar er blijft nog oneindig meer te volbrengen over. Duizende metingen zijn reeds op dubbele sterren in het werk gesteld, en toch lieten de voorhanden zijnde waarnemingen tot heden, de berekening van de ware loopbaan, bij slechts een achttal dezer stelsels toe. Het groote vraagstuk aangaande den afstand der vaste sterren, is nog slechts voor twee dezer hemellichten opgelost, die bij heeren van millioenen aan den hemel vonkelen. Belangrijke ontdekkingen omtrent de natuur der vaste hemellichten, heeft de waarneming der dubbele sterren reeds opgeleverd, maar onze kennis dier gewrochten is nog zeer gering, in vergelijking van hetgeen zij, door de voortzetting hunner waarneming, eenmaal worden kan. LAMONT kostte het jaren arbeids, om slechts zeer weinige dier voorwerpen te onderzoeken, die bij duizen-

den aan den hemel worden aangetroffen, en de tegenwoordige onderzoekingen en bepalingen kunnen dan eerst hunne eigenlijke vruchten dragen, wanneer zij met ernst zullen zijn vermenigvuldigd en voortgezet. Naauwelijks is er eene halve eeuw verloopenen, sedert dat de mensch, ook de meest verwijderde oorden der schepping als bereikbaar voor zijnen geest heeft leeren kennen. Hij heeft ze echter nog niet bereikt. Hun eigenlijk onderzoek is nog slechts aangevangen; zij laten nog een onmetelijk veld van nieuwe onderzoekingen en nieuwe werkzaamheden open. De kennis van het uitspansel, wier mogelijkheid eerst korteling is gebleken, vordert nog veler vereenigden arbeid: zij eischt, dat de rustelooze pogingen der **HERSCHEL's** van **STRUVE**, **LAMONT** en **BESSEL** nog door velen worden nagevolgd en onverdroten voortgezet.

De stichting van het observatorium op den Pulkowa, heeft ook in dit opzicht een heerlijk uitzigt voor de wetenschap geopend, daar het in deze behoefte der wetenschap, zelfs op eene drievoudige wijze kan, en ongetwijfeld ook zal voorzien. Daar verheft zich nu de grootste en volkomenste, met mikrometer gewapende kijker, die op de aarde bestaat, en bovendien een heliometer, in afmetingen en volkomenheden het werktuig te boven gaande, dat in handen van **BESSEL** zoo menig wonder heeft voortgebracht. Ongetwijfeld zullen deze werktuigen het onderzoek en meten van teedere voorwerpen toelaten, voor welke alle vroegere hulpmiddelen zijn te kort geschoten. Nog een derde werktuig, voor hetzelfde doel bestemd, maar van minder buitengewone afmetingen, zal het geheel voltoojen, dat den Pulkowa met eenen overvloed der rijkste hulp-

middelen toerust, die men voor het strengste onderzoek van hemellichten, in de diepste schuilhoeken der schepping verborgen, wenschen kan. Meer nog dan al die schatten, voorspelt ons de edele zucht en onvermoeide ijver van hem, aan wien het gewichtige bestuur dezer stichting is toevertrouwd. STRUVE en zijne medearbeiders, strekken ons ten meesten waarborg, dat eenmaal een schitterend licht, van de stichting op den Pulkowa, over het gebied der wetenschap zal uitstralen.

Toen korteling het uitzigt geopend was, dat de sterrekundige hulpmiddelen aan de Hoogeschool te Leiden, ten minste eenigermate uit hunnen onbeduidenden toestand zouden worden opgebeurd, werden alle pogingen om dat uitzigt te verwezenlijken, op het beginsel gegrondvest, dat het observatorium alhier, in weerwil van alle belemmerende omstandigheden, soortgelijke onderzoekingen als die welke STRUVE, LAMONT en BESSEL hebben vereeuwigd, zoude veroorlooven. Het mag wonderspreukig schijnen, dat de meeste hoop werd gevestigd, op juist die sterrekundige verrichtingen, die als de moeilijkste en teederste beschouwd worden, en die nog door zoo weinigen met goed gevolg zijn ondernomen, maar deze hoop werd door omstandigheden geregtvaardigd, die reeds elders ontwikkeld zijn (1). Ook was het niet mogelijk het observatorium te Leiden, met een werktuig te versieren, dat in grootte en kostbaarheid, of de reuzen kijkers van STRUVE en LAMONT of den heliometer van BESSEL, evenaart, evenmin als het mogelijk was het werktuig eenen grondslag van alle wenschelijke vastheid te geven. Een goed

(1) *Het observatorium te Leiden* Bladz. 19 en verv.

werktuig van mindere grootte, behoefde, ook bij eene minder gunstige standplaats, echter niet onvruchtbaar voor de wetenschap te blijven, wanneer het slechts op eene doelmatige wijze werd aangewend. Zoo bevindt zich ook op den Pulkowa, nevens den reuzen kijker uit München, een soortgelijk werktuig van veel kleinere afmetingen, dat zeker niet zonder doel, zijne plaats onder zoo vele grootere en kostbaarder voorwerpen, zal hebben ontvangen. — Het achtbare bestuur van onze Hoogeschool veroorloofde den aankoop van eenen kijker uit München, die bij eene opening van 6 Parijsche duimen, eene lengte van 8 voeten heeft, en overeenkomstig de grootere werktuigen te Dorpat, Berlijn en Bogenhausen is ingerigt en toegerust. De kijker zelf is reeds voor meer dan een jaar op de plaats zijner bestemming aangekomen en heeft weldra zijne hooge voortreffelijkheid als optisch werktuig bewezen (1). De mikrometrische toestel is eerst sedert weinige maanden aanwezig, en heeft, in vereeniging met den kijker, reeds talrijke waarnemingen en bepalingen opgeleverd, die het hoofddoel van dit geschrift uitmaken. Deze uitkomsten mogen de wetenschappelijke waarde van zulke geringe hulpmiddelen doen beoordeelen, en aanwijzen wat het observatorium te Leiden, thans vermag. Mogen zij de voorboden zijn, van groote en schitterende vruchten, die het observatorium der Leidsche Hoogeschool, nu dragen kan, en gelijk wij hopen en vertrouwen, ook eenmaal dragen zal.

-
- (1) *De optische kracht des grooten kijkers uit het Optisch Instituut te München, op het observatorium te Leiden.* In den *Konst- en Letterbode* N°. 17 en 18 van het jaar 1839.

**BESCHRIJVING VAN DEN DRADEN-MI-
KROMETER NAAR FRAUNHOFER,
OP HET OBSERVATORIUM
TE LEIDEN.**

Aan de grootere werktuigen, door het Optische Instituut te München voortgebracht, is de sterrekunde inderdaad een groot deel van haren tegenwoordigen luister verschuldigd, en in die kunststukken is zoo veel schoons en vernuftigs, dat hunne meer naauwkeurige kennis, ook voor hem die ze niet gebruikt, als hoogstbelangrijk beschouwd mag worden. De kijkers met mikrometers toegerust, bestaan uit twee verschillende deelen, namelijk den kijker zelve op zijnen eigenaardig ingerigten voet berustende, en den mikrometer; maar deze verschillende deelen maken met elkander één geheel uit, want de kijker heeft om den mikrometer zijne zoo zamengestelde inrigting ontvangen, en de mikrometer heeft zonder den kijker geene waarde. Van den kijker zelve bestaan reeds talrijke afbeeldingen en beschrijvingen. STRUVE zelf,

heeft in een afzonderlijk, met platen versierd, werk (1) over den grooten kijker te Dorpat gehandeld. Van dit werktuig vindt men buitendien eene beschrijving en afbeelding in PEARSON's *Practical Astronomy* en in de *Astronomische Nachrichten* N°. 75, terwijl meh uit het Optische Instituut zelf, schoone afbeeldingen van dit en soortgelijke werktuigen kan ontbieden. De heliometer van BESSEL, wiens inrigting als kijker, met die der overigen overeenkomt, vindt men in de *Beobachtungen auf der K. U. Sternwarte in Königsberg, Abth. XV*, gelijk ook in de *Astron. Nachr.* N°. 190 beschreven en afgebeeld; zoodat er voor iedereen overvloedige gelegenheid bestaat, deze werktuigen te beoefenen. Het mag ons intusschen verwonderen dat van den mikrometer zelve, het stuk waar alles op aankomt, nergens eene afbeelding of uitvoerige beschrijving wordt gevonden; waartoe de groote zamengesteldheid van dit werktuig, welligt aanleiding heeft gegeven. STRUVE gewaagt slechts ter loops van dit werktuig, en PEARSON, die zoo vele mikrometers van weinig waarde uitvoerig beschrijft, heeft met bijna alle voortreffelijke Duitsche werktuigen, de volkomenste van alle mikrometers, namelijk de draden mikrometer van FRAUNHOFER geheel vergeten. Reeds den kijker zelve met eenige uitvoerigheid beschreven hebbende (2), heb ik het nu, om al die redenen, doelmatig geoordeeld deze gaping aan te vullen, en ik meen velen daarmede eene belang-

(1) *Beschreibung des auf der Sternwarte der K. U. zu Dorpat befindlichen grossen Refractors von Fraunhofer. Herausgegeben von F. G. W. Struve, Dorpat 1825 Folio.*

(2) *Het observatorium te Leiden*, bladz. 21 en vervolg.

rijke dienst te zullen bewijzen, te meer daar eene juiste afbeelding en beschrijving van dit schoone en voor de sterrekunde zoo hoogstgewichtig werktuig, voor mij eene hooge waarde gehad zoude hebben, zelfs toen ik nog niet vermoeden kon, het immer te zullen behandelen. Het is echter eene moeilijke taak die ik onderneem, daar ik van den kunstenaar geene de minste inlichting ontvangen mogt, doch ik hoop zijne bedoeling met ieder bijzonder deel des werktuigs, begrepen en naar waarheid voorgesteld te hebben.

De mikrometer is hoofdzakelijk bestemd, om afstand en rigting tusschen twee nabij elkander gelegen hemellichten te bepalen. De afstand wordt uitgedrukt door het boogje van eenen grooten cirkel dat beide hemellichten vereenigt, en de rigting wordt bepaald, door den hoek, welken deze boog met den Declinatiecirkel, van het meest heldere der beide hemellichten, maakt. Denkt men zich namelijk uit het meest heldere hemellicht, twee bogen, waarvan de een naar de pool des hemels, de andere naar het andere hemellicht gaat, dan zal de hoek, dien deze bogen met elkander maken, de rigting in welke beide hemellichten met betrekking tot elkander geplaatst zijn, uitdrukken. Dien hoek noemt men *angulus positionis*, *positions-winkel*; wij zullen dien *standhoek* noemen en, naar het gewone gebruik, zoodanig tellen dat hij 0 wordt, als het kleinere hemellicht zich juist ten Noorden, en 90° als het zich juist ten Oosten van het grootere bevindt.

Gelijk het bekend is, geeft het voorwerpglas van eenen kijker, in zijn brandpunt een beeld van het voorwerp dat men door den kijker beschouwt, dat zich

omtrent in dezelfde verhouding duidelijker dan met het ongewapend oog vertoont, als de oppervlakte van het glas grooter is dan de opening van het oog. Dit beeld wordt door de oogbuis als door een vergrootglas beschouwd, en het is klaar, dat een ander voorwerp, b. v. een spinragje, in het brandpunt van het glas, dus ter plaatse van het beeld, gespannen, zich gelijktijdig met het beeld duidelijk vertoonen moet. Zijn er dan op die plaats in den kijker twee spinragjes gespannen, die men door een' geschikten toestel in dezelfde rigting en op denzelfden afstand brengen kan, als de hemellichten die men gelijk met de draden door den kijker ziet, dan zal men den betrekkelijken stand dier draden en dus ook dien der hemellichten, op verdeelingen van buiten aangebragt, kunnen aflezen. Dit is het eenvoudige beginsel, van zeer zamengestelde toepassing, waarop de draden mikrometer berust, tot wiens beschrijving wij nu overgaan.

De hiernevens gevoegde plaat, geeft eene dubbele afbeelding van den mikrometer, met een deel des kijkers; alles *juist op de helft van zijne natuurlijke grootte*. De eerste afbeelding stelt het uiteinde van de buis des kijkers voor, met den daaraan bevestigden mikrometer, op zijde gezien. De tweede afbeelding, stelt den mikrometer voor, van voren gezien, namelijk wanneer men het oog voor het oogende des kijkers houdt. Dezelfde deelen des mikrometers, zijn in beide afbeeldingen met dezelfde letters geteekend, zoodat men de afbeeldingen van elk deel, uit twee verschillende oogpunten beschouwd, ligtelijk met elkander kan vergelijken, en het zich duidelijk zal kunnen vertegenwoordigen. In fig. 1, stelt A een



deel voor van de houten buis des kijkers, die onder het koperen monteersel B eindigt, hetwelk in de naauwere buis C uitloopt. In de buis C schuift de buis D, bestemd om de oogbuizen te dragen. Men ziet de schroef M met welke de buis C aan D kan worden vastgeklemd, en de schroef N, met welke dan aan de buis D eene fijne beweging gegeven kan worden, om de oogbuis op eenen afstand van het beeld te brengen overeenkomstig met het oog des waarnemers. Is er geen mikrometer aan den kijker toegeroegd, dan worden de oogbuizen op het uiteinde van de buis D, bij EE, aangeschroefd. Bij het gebruik van den mikrometer, vallen de gewone oogbuizen weg, en de mikrometer wordt in hunne plaats aangebragt terwijl de buis D dieper wordt ingeschoven. Alles wat zich ter regterzijde van de buis D bevindt, van den dubbel gekartelden rand EE af, behoort alzoo tot den mikrometer, die in de oogbuis *g* eindigt. De mikrometer laat zich in twee deelen onderscheiden, van welke het eene aan de buis des kijkers vast verbonden blijft, en het andere zich om de as der buis D laat omwentelen. Het vaste deel strekt zich uit van EE tot *bb*, het bewegelijk deel bevat alles wat zich ter regterzijde van *bb* bevindt, met de armen *c* en *d*. Het vaste deel des mikrometers bestaat uit de buis F, den verdeelden cirkel *e* (die zich in fig. 1 op zijde en in fig. 2 van voren vertoont) met de kortere buis *f* tot aan *b*. Uit het bewegelijke deel des mikrometers is een cylindervormig gat uitgedraaid, dat juist op de buis *f* past, om welke dit bewegelijk deel kan worden omgedraaid. Die beweging moet niet te ligt en niet te zwaar, en bij alle standen des kijkers de-

zelfde zijn, terwijl volstrekt geene speling tusschen beide deelen des mikrometers bestaan mag. Dit alles is door eene zeer eenvoudige, maar vernuftige inrigting getroffen. Op het einde der buis f is de stalen rand b , zoodanig aangebragt, dat hij niet heen en weder geschoven, maar wel om de buis f kan worden omgedraaid. Tegen dien rand, rust de breede stalen vederring g , van welken zich ook drie kleine deelen in fig. 2 openbaren. Drie schroeven h , houden het bewegelijk deel met den vederring g , en dus ook met het vaste deel des mikrometers, verbonden. Worden die schroeven genoeg aangezet, dan worden de randen van den vederring een weinig omgebogen, en de ring zal, door zijne veerkracht, het bewegelijk deel tegen het vaste aandrukken, met een vermogen dat men naar willekeur wijzigen kan. Draait men het bewegelijke deel om, dan draaijen natuurlijk de ringen b en g mede en de drukking blijft altijd dezelfde. Hierdoor is alle speling weggenomen, en de beweging zoo zacht en gelijkmatig als men die wenschen kan.

Het bewegelijke deel des mikrometers, bestaat uit het regthoekige metalen stuk, dat zich in fig. 1 op zijde, in fig. 2 van voren, vertoont, met de daaraan bevestigde armen c en d , en al de stukken, die zich in fig. 2 vertoonen, met uitzondering van den verdeelden cirkel alleen. Het regthoekige stuk, is uit vier koperen platen i , k , l en o (fig. 1) zamengesteld, van welke alleen de onderste (i) met de armen c en d één stuk uitmaakt, terwijl de drie overigen, zich tusschen de lijsten mm , nn , pp over de plaat i laten heen en weder bewegen. Aan de bin-

nenzijde, tusschen de platen k en l , zijn de spinragjes bevestigd. In het midden van iedere dezer platen is eene langwerpige opening, over welke de spinragjes, evenwijdig aan elkander gespannen worden, het eene aan de plaat k , het andere aan de plaat l , zoodat de spinragjes bij de beweging der platen over elkander, op eenen zeer korten afstand over elkander henen strijken, zonder elkander aanteraken. De plaat o draagt de oogbuis q , door welke men de draden, gelijktijdig met de hemellichten wier betrekkelijke ligging bepaald moet worden, scherp ziet. Wil men nu de rigting tusschen beide hemellichten bepalen, dan heeft men niet anders te doen, dan het bewegelijk deel des mikrometers, om zijn middelpunt te wentelen, tot dat een der draden juist over beide hemellichten henen loopt. De rigting van dien draad, zal dezelfde wezen als van de lijn, die beide hemellichten vereenigt, en die rigting wordt op den verdeelden cirkel, door middel van twee nonien, aan de armen c en d bevestigd, afgelezen. Als het punt van waar de verdeeling des rands begint te tellen, juist door de nonien wordt aangewezen, wanneer de draden naar de pool des hemels gerigt zijn, dan zal men den standhoek van beide hemellichten onmiddellijk aflezen. Staat het nulpunt des verdeelden cirkels, niet volkomen op zijne plaats, dan moet die afwijking bepaald en in rekening gebragt worden.

Uit de onderlinge vergelijking van beide figuren kan met voldoende duidelijkheid blijken, op welke wijze de nonien aan de armen c en d bevestigd zijn. Zij zijn zoogenaamde klap-nonien, en kunnen door middel van de twaalf schroeven, in de afbeeldingen zigbaar,

hunnen behoorlijken stand met betrekking tot den rand en zijne verdeeling ontvangen. Ik heb bij den mikrometer te Leiden, van de schroeven boven op de armen, in fig. 2 zichtbaar, gebruik gemaakt, om kleine illuminatoren en loupes aan die armen te bevestigen, waardoor het aflezen bij nacht veel gemakkelijker en zekerder is geworden. De cirkel zelf is onmiddellijk van 15 tot 15 minuten verdeeld, en de onderverdeeling door middel van de nonien, gaat van minuut tot minuut; maar ofschoon de straal van het cirkeltje niet meer dan $0,0055$ bedraagt, laat de zuiverheid der verdeeling volkomen toe, vijfde, misschien tiende-deelen van minuten, met zekerheid te schatten. In fig. 2 wordt een deel van den ondersten nonius bedekt, door het stuk dat de armen *dd* aan elkander verbindt, bestemd om de schroef *r* te dragen. Die schroef laat zich daar alleen om een kogeltje bewegen, en grijpt met hare draden in een ander kogeltje, in het klemstuk *s* geplaatst. Het stuk *s* laat zich door de schroef *t* aan den cirkel vastklemmen, waardoor beide deelen des mikrometers aan elkander worden vastgemaakt. Men kan dan het bewegelijke deel door de schroef *r* eene fijne beweging geven; maar heeft men met hemellichten te doen, die zeer nabij elkander staan, dan kan het bewegelijke deel met de noodige juistheid ook los uit de hand gesteld worden.

Hiermede zijn alle deelen des mikrometers beschreven, die op de bepaling van den standhoek van twee hemellichten betrekking hebben. Wij moeten nu tot de beschouwing der deelen overgaan, voor het meten van kleine afstanden bestemd.



Als men den afstand tusschen twee hemellichten met den mikrometer meten wil, dan moeten de draden eerst in eenen loodregten stand gebragt worden, op de lijn die beide hemellichten verbindt; hetgeen door den verdeelden cirkel ligtelijk geschieden kan. De draden kunnen door de overige deelen des mikrometers, evenwijdig aan elkander, bewogen en op willekeurige afstanden gebragt worden. Men stelt dan den kijker zoo, dat de eene draad het eene hemellicht midden door snijdt, en bewege vervolgens den anderen draad, tot hij het andere door snijdt, en de afstand der draden zal dien der hemellichten evenaren. Om de draden op eenen bepaalden afstand te kunnen brengen, behoefde slechts een bewogen te kunnen worden, maar met een bepaald doel zijn beide platen, van welke iedere een der draden draagt, in zoogenaamde zwaluwstaarten, tusschen naauwkeurig bewerkte lijsten, bewegelijk gemaakt. De onderste plaat *k*, van welke een deel buiten het voormelde regthoekig stuk uitsteekt, in fig. 2 zichtbaar, wordt door de schroef *a*, de andere plaat, van welke twee armen *l*, *l* (fig. 2) uitsteken, wordt door de schroef *u* bewogen, en de afstand der draden wordt door de schroef *u*, d. i. door den afstand zijner schroefdraden en onderdeelen gemeten, om welke reden wij deze in het vervolg uitsluitend de *mikrometer-schroef* zullen noemen. De lijst *n*, aan de vaste plaat *i* aangeschroefd, draagt eene fijne verdeeling, bij welke ieder deel volkomen zoo veel bedraagt, als de afstand der draden van de mikrometer-schroef. Uit het midden van de lijst *p* is een stukje uitgenomen, waardoor men onmiddellijk op een stukje zilver zien kan, in de plaat *l* ingelegd, op hetwelk eene fijne streep is ge-

trokken, die tot wijzer dient. Elke omwenteling der schroef, geeft dan juist een deel dier verdeeling, die alleen bestemd is om volle omwentelingen der schroef d. i. volle afstanden zijner schroefdraden aftelesen. Om de onderdeelen aftelesen, draagt de kop van de mikrometerschroef eenen hoed, waarvan de omtrek in 100 gelijke deelen is verdeeld, en de arm l (fig. 2) draagt den wijzer v , door wiens behulp men, op het bloote oog, tot op $\frac{1}{1000}$, zelfs tot op $\frac{1}{2000}$ van eene omwenteling der schroef, aflezen kan.

Ten einde optehelderen op welke wijze de mikrometerschroef met hare verdeelingen, voor de bepaling van den afstand van twee hemellichten kan worden aangewend, stel ik eens, dat men de draden volkomen doe zamenvallen en bij dien stand, de aanwijzing van beide verdeelingen heeft opgeteekend. Brengt men nu door middel van de mikrometerschroef alleen, de draden op den afstand van beide hemellichten en leest men de aanwijzing der verdeelingen andermaal af, dan zal het verschil met de vorige aanwijzing, baarblijkelyk den afstand tusschen die hemellichten aanduiden, in afstanden van de draden der mikrometerschroef en hunne onderdeelen, uitgedrukt. Men moet dan nog weten, hoevele boogsecunden door elke omwenteling van de schroef aan den hemel worden afgemeten, hetgeen van den wezenlyken afstand tusschen de draden der schroef, en den brandpunts-afstand des kijkers afhangt, en op onderscheidene wijzen bepaald kan worden. Deze handelwijze werd door HERSCHEL en SOUTH, bij hunne eerste metingen gevolgd, maar werd verworpen, sedert men ontdekte dat het zamenvallen der draden, bij verschillende standen des

mikrometers, en bij verschillende temperaturen, niet met hetzelfde punt der verdeelingen overeenkomt. Men kan deze zwarigheid door de zoogenaamde *alternative* of *dubbele* metingen ligtelijk ontgaan. Daarbij brengt men den draad, die door de mikrometerschroef wordt bewogen, eerst aan de eene zijde van den anderen draad en op den behoorlijken afstand, en leest de aanwijzing der verdeelingen af. Dan brengt men denzelfden draad aan de andere zijde en weder op den behoorlijken afstand en leest andermaal af. Het verschil tusschen beide aflezingen is de ruimte die de draad heeft doorgeloopt en natuurlijk de dubbele afstand der hemellichten, dien men alzoo bepaalt, onafhankelijk van de kennis van het punt der verdeeling, voor hetwelk beide draden zamenvallen.

De juistheid der mikrometer-metingen hangt, gelijk uit het bovenstaande blijkt, geheel en al van de volkomenheid der mikrometerschroef af, en de minste onregelmatigheid in de omgangen der schroefdraden, oefent eenen belangrijken invloed op de metingen uit. Blijft de tweede draad, namelijk die aan de plaat *n* bevestigd is, altijd denzelfden stand behouden, dan zal men ook denzelfden afstand, altijd op dezelfde deelen van de mikrometerschroef meten en de uitkomst zal de mogelijke onvolkomenheid der schroef ten volle dragen. Is daarentegen ook de andere draad beweeglijk, dan kan men het punt waar de draden zamenvallen, naar willekeur veranderen, en de meting bij herhaling op verschillende deelen der schroef brengen, als wanneer het midden uit de verkregen uitkomsten, van de mogelijke onvolkomenheden der schroef, grootendeels bevrijd zal zijn. Daarom is ook de onderste

plaat bewegelijk, gelijk uit beide figuren te zien is. Door middel van beide schroeven zoude men, even als bij de vroegere cirkelvormige werktuigen, eene soort van repetitie kunnen uitvoeren, maar het repeteren in dien zin, is om billijke redenen uit de sterrekunde verbannen.

De beweging der onderste plaat (k), alleen dienende om de metingen achtereenvolgens op verschillende deelen van de eigenlijke mikrometerschroef te kunnen brengen, vorderde deswege slechts eene eenvoudige inrigting, die door de afbeeldingen genoeg wordt opgehelderd. De beweging der bovenste plaat, wier stand door de verdeelingen volkomen moet worden aangewezen, eischte daarentegen de uiterste voorzorgen; want het is klaar dat de minste speling, wrijving of buiging, hier ten hoogste nadeelig zouden worden. Ik vermogt geene afzonderlijke afbeeldingen van de verschillende deelen des mikrometers te geven en hunne inrigting alzoo op de eenvoudigste wijze voortstellen, maar dit zoude het meeste geschikt geweest zijn om de inrigting optehelderen, welke FRAUNHOFER voor de beweging der mikrometerschroef heeft uitgedacht. Deze is zoo vernuftig, eenvoudig en doelmatig, dat zij ieders aandacht verdient en ik het mij ten pligt stel, haar zoo duidelijk te beschrijven, als dit zonder afzonderlijke afbeelding geschieden kan.

De schroefdraden van de mikrometerschroef, in fig. 2 zichtbaar, houden onder den verdeelden hoed op. Daar heeft de schroef een randje en vervolgens loopt zij in een pyramidaalvormig zeskant uit, waar de hoed met zijnen knop (u) op gestoken en door eene schroef zoodanig wordt vastgemaakt, dat tusschen hem en de

schroef zelve, geene speling mogelijk is. Het randje, onder den hoed verborgen, dient om de schroef van boven vast te houden. De schroef ligt tusschen de armen $l\ l$, die in dezelfde vlakke met de plaat l (fig. 1) liggen en met haar één stuk uitmaken, zoodat de schroef van onder tegen de zijkant der plaat rust, alwaar zij in eene bos sluit, die haar het heen en weder glijden belet. Van boven is de schroef aan de armen $l\ l$ verbonden, door een dwarsstaafje in fig. 2 door den verdeelden hoed bedekt. Het pyramidaalvormig zeskant, is door het staafje henen gestoken, zoodat het staafje ter regterzijde komt van den bovengemelden rand. Die rand steekt een weinig meer vooruit dan de armen $l\ l$, weshalve het staafje niet gelijktijdig tegen den rand en tegen de zijkanten van de armen $l\ l$ kan rusten, zonder geheel krom gebogen te worden. In den zijkant van elke der armen l , grijpt eene schroef, die door eene opening, in de einden van het staafje, henen loopt, en met haren kop op het staafje rust. Deze schroeven dienen, om het staafje aan de armen $l\ l$ te verbinden, en tevens om het, met een bepaald vermogen, tegen den rand der mikrometerschroef te laten drukken. Worden die schroeven aangezet, dan wordt het staafje een weinig krom gebogen en het zal door zijne veerkracht de mikrometerschroef, met het andere uiteinde, tegen den zijkant der plaat l aandrukken, alwaar de schroef niet op koper, maar op een ingelaten plaatje van een edel gesteente stoot. Bij de beweging der schroef, blijft zij dus altijd tusschen hare uiteinden volkomen opgesloten, en met dezelfde kracht gedrukt, die men naar willekeur wijzigen kan. Om nu de plaat door het rondwentelen der

schroef te doen voortgaan, grijpt de schroef in eene moer w , die aan de onderste vaste plaat i , of liever aan het smaller stuk i , in fig. 2 zichtbaar, waarin die plaat buiten het regthoekig stuk uitsteekt, bevestigd. Bij het draaijen der schroef blijft dus de moer w altijd op hare plaats, maar beweegt zich de mikrometerschroef, gelijk met al de stukken die zij in beweging brengen moet. De beweging geschiedt met eene onbegrijpelijke gelijkmatigheid. Alle speling is verbannen, en wat van groot aanbelang is, nademaal de schroef, met betrekking tot de plaat die zij voortbeweegt, altijd denzelfden stand behoudt, blijft de kracht die op de schroef drukt, bij elken stand der plaat, volkomen dezelfde.

Wanneer men nieuwe draden in den mikrometer spannen wil, dan moet het werktuig grootendeels uiteengenomen worden. Neemt men de drie schroeven k uit, dan wordt het bewegelijk deel van het vaste afgescheiden. Heeft men verder de lijsten n van hunne stelling, en het stuk w van de plaat i afgeschroefd, dan kan men de plaat l , met al de daaraan bevestigde stukken, waartoe de lijsten p met de plaat o en de oogbuis q behooren, afligten. Keert men de plaat l vervolgens om, dan liggen de vlakken bloot, op welke de draden gespannen moeten worden. De draden worden bij voorkeur uit een spinnenest genomen en los uit de hand ingespannen, zoodanig dat zij loodregt op de mikrometerschroef komen te staan. De plaats die zij op de platen moeten innemen, wordt door eene fijne streep aangewezen. Ter wederzijde van elke opening, over welke eene draad gespannen wordt, is een klein kuiltje in het koper gemaakt, dat met

een weinig was is opgevuld, waartegen de draad wordt aangedrukt en bevestigd. Als de mikrometer weder ineengezet is, moeten de draden volkomen evenwijdig aan elkander wezen, hetgeen echter nimmer het geval zal zijn. Bespeurt men eene kleine afwijking, dan kan men die door eene eigenaardige inrigting herstellen, van welke een deel uitwendig zichtbaar, en in de afbeeldingen door x is aangewezen. De draden worden niet onmiddellijk op de platen zelf gespannen, maar op koperen schijfjes, van langwerpige openingen voorzien, die op elkander zijn vlak geslepen, en door schroeven aan de platen zijn bevestigd. Het schijfje van de plaat k is zoo ingerigt, dat het zich een weinig om zijn middelpunt laat omdraaijen. Het loopt in een' langen steel uit, achter het plaatje x in fig. 2 verborgen, dat een verlengsel is van de plaat k . Twee schroeven ter wederzijden van het plaatje x geplaatst, dienen om den stand des steels, met betrekking tot het plaatje x te veranderen. Daardoor krijgt de eene draad eene fijne beweging om het middelpunt des werktuigs, en kan men de draden met zoo groote juistheid als men wil, aan elkander evenwijdig stellen.

Om de draden door de oogbuis zoo scherp mogelijk te zien, moet men het middelpunt der oogglazen, juist in het midden tusschen beide draden brengen. Om dit te kunnen doen wordt de oogbuis q zelve door eene bewegelijke plaat o gedragen. Die plaat beweegt zich niet in zweluwstaarten, maar heeft slechts kepen, door welke de schroeven henen loopen, die de lijsten p aan de plaat o verbinden. Die lijsten houden de platen l en o te zamen, en de kepen veroorlooven aan de plaat o eene toereikende beweging, die door

het staafje met tanden, waarin die plaat uitloopt, en een rondsel van eenen schroefkop *y* voorzien, bestuurd wordt.

Bij nacht kan men de draden in den mikrometer, zonder kunstmatige verlichting niet onderscheiden, waardoor nog eene eigenaardige inrigting noodzakelijk is geworden, wier beschrijving ons nog overblijft. Voorheen werd het geheele veld des kijkers verlicht, om de draden bij nacht zichtbaar te maken, en dit geschiedde door middel van een licht, welks stralen op een spiegeltje, in of buiten den kijker geplaatst, werden opgevangen en van daar, door de oogbuis heen, naar het oog werden teruggekaatst. Men ziet dan de draden als donkere strepen op een verlicht veld. Heeft men echter met voorwerpen te doen, die zeer zwak van licht zijn, b. v. met kometen en nevelvlekken, dan zullen zij bij eene verlichting van het geheele veld, onzichtbaar, en dus hunne meting onmogelijk, worden. De vindingrijke geest van FRAUNHOFER heeft ook deze zwaarigheid overwonnen, en eene inrigting bedacht, door welke de draden als zwak verlichte strepen, in een donker veld verschijnen. De buis die den mikrometer aan de buis D verbindt, is niet die welke men uitwendig ziet, namelijk F, maar is binnen deze verborgen, en de buitenste buis F kan tusschen den dubbel gekartelden rand en den cirkel *e*, om hare as worden omgewenteld. De buis F draagt de naauwere buizen H en G, die met haar eenen hoek van 45° maken, en in de wanden van de vaste buis, onder haar verborgen, zijn van alle zijden groote openingen gemaakt, zoodat een licht in of voor de buizen H en G gebragt, bij elken stand van het lig-

chaam HFG, altijd door eene der openingen heen, op de draden schijnen kan, tusschen de platen *k* en *l* gespannen. Op de uiteinden der buizen H en G, worden kleine lantaarntjes gestoken, en draait men nu het geheele ligchaam HFG zoo, dat het licht van die lantaarntjes niet al te schuins op de draden invalt, dan zal het, omdat de draden eene cylindervormige gedaante hebben, altijd van de draden naar het oog worden teruggekaatst en men ziet, zonder het licht zelf in het oog te krijgen, langs iedere der draden, twee fijne verlichte strepen, op gelijke afstanden van het midden der draden uitgestrekt.

De lampjes moeten zoo zijn ingerigt, dat zij bij elken stand des kijkers en des mikrometers, in eene horizontale rigting gebragt kunnen worden. Daartoe zijn zij bewegelijk, in de op zich zelve reeds bewegelijke lantaarns K en I, welke in buizen uitloopen die juist in de buizen H en G passen, en zich alzoo om de assen der buizen laten omdraaijen. De zijwanden van ieder lantaarntje, bestaan uit twee ronde schijven, van onderen aan een middenstuk geschroefd, waarin zich, ter gelijkmatige verspreiding van het licht, een collectiefglas bevindt. Om het maaksel der lantaarntjes optehelderen, is het bovenste (K) met zijn lampje, zoodanig voorgesteld als het zich vertoont, wanneer het oog voor eene der zijwanden is geplaatst. Het onderste I daarentegen, is om de buis G omgedraaid voorgesteld, zoodat het oog in de vlakke der zijwanden valt, en het lampje O is, er uitgenomen, afzonderlijk afgebeeld, zoo als het zich op zijde gezien vertoont. Door het middelpunt van elken zijwand loopt eene schroef S, die van binnen in eenen

ronden tap eindigt, waaraan de lampjes met twee haken gehangen worden. De vlam van het lampje komt op de hoogte der haken, en dus in het midden van het lantaarntje. Het lampje O, heeft van boven twee openingen, eene aan de zijde van de haken, waar het pitje uitsteekt; eene aan de andere zijde, waardoor de olij kan ingegoten worden. Het wordt van boven door een plaatje gedekt, waaraan de stukken R en het boogje P bevestigd zijn, en dat zich over de bovenvlakte van het lampje laat henen schuiven. Dat dekplaatje heeft eene opening bij Q, en is het zoo ver mogelijk van de haken afgeschoven, dan komt die opening met die van het lampje zelf overeen, zoodat men het lampje nieuwe olij geven kan. Heeft men het lampje met zijne haken aan de tappen S gehangen, dan moet het dekstuk naar de haken toegeschoven worden. De stukken R komen dan op de hoogte der haken en sluiten de tappen S binnen de haken op, zoodat het lampje niet meer kan uitvallen. Tevens wordt de opening bij Q gesloten zoodat geene olij kan uitstorten en het koperen boogje P, gelijk in het bovenste lantaarntje in fig. 1 te zien is, drukt tegen de randen der zijplaten, en belet door zijne veerkracht, dat het lampje door zijne zwaarte achterovervalle (1).

-
- (1) Het boogje P, bij het bovenste lantaarntje, heeft op de gravure zichtbaar eene te groote dikte gekregen. Onvermijdelijke omstandigheden, hebben op de plaat nog een paar kleine onnaauwkeurigheden doen insluipen, die echter voor het begrip van de samenstelling des werktuigs niet nadeelig zijn. De kogeltjes, in en om welke zich de schroef r (fig. 1) beweegt, zijn een weinig misteekend en de gekartelde randen, om de schroefkoppen die zich van voren vertoonen, zijn overal te grof geworden.

De lampjes hebben dus alle noodige bewegingen en blijven rustig staan in den stand waarin zij gebragt worden. Tusschen elk lantaarntje en de buis, waarmede het op de buis H of G gestoken wordt, bestaat eene ruimte, door welke een raampje geschoven kan worden, waarin stukjes geolijd papier, in verschillende lagen gespannen zijn. Door het raampje te verschuiven, kan men het licht dat op de draden valt, door zoo vele lagen papiers laten gaan als men wil, en dus het licht naar willekeur temperen.

Deze kunstmatige verlichting van het veld, is bij uitstek vernuftig en schoon, maar toch niet verkieslijk, wanneer de helderheid der voorwerpen, die men meten wil, eene verlichting van het geheele veld toelaat. Voor deze verlichting van het veld was te München niet gezorgd en daar zij onontbeerlijk is, moest ik haar nog aan den kijker toevoegen. De schuivende buis D loopt diep binnen de buizen CBA door, en strekt zich uit tot op de hoogte L. Aan het uiteinde der buis D, heb ik aan de eene zijde een stuk uitgenomen en aan de tegenovergestelde zijde, binnen haar, een klein spiegeltje gebragt, dat met haar eenen hoek van 45° maakt. Tegen over het spiegeltje heb ik een gat in de houten buis des kijkers geboord en voor dat gat een koperen buisje L, door kleine houtschroeven aangebragt, waarin de buizen der lantaarns K en I passen. Steekt men nu op deze buis, een der lantaarntjes, dan wordt zijn licht van het spiegeltje naar het oog teruggekaatst, en men ziet een schemerlicht over het geheele veld, dat door het raampje naar willekeur gewijzigd kan worden en waarop de draden zich als donkere strepen vertoonen.

De buis L is aan de zijde van de houten buis des kijkers aangebragt, welke de Declinatie-as is toegekeerd: daardoor kan zij nimmer in een' vertikalen stand komen en hare diensten weigeren.

De oogbuis *q* in de afbeeldingen voorgesteld, is die welke de grootste vergrooting geeft en dus de kortste van allen. De overige oogbuizen zijn veel langer. Oorspronkelijk was de mikrometer met vijf oogbuizen toegerust, welke daarna met eene nieuwe oogbuis uit München van aanzienlijk veld, en twee schoone acromatische oogbuizen van den Heer DUWE te Berlijn vermeerderd zijn. Over deze laatste oogbuizen zal later gehandeld worden. De vergrootingen der verschillende oogbuizen heb ik op onderscheidene wijzen naauwkeurig bepaald, en aldus bevonden.

Buizen uit München.

	I	II	III	IV	V
Vergrooting	111	140	242	298	416 malen.
Gezigtveld	18',4	11',0	8',4	6',0	4',8

Buizen uit Berlijn.

	I	II
Vergrooting	210	310 malen.
Gezigtveld	11',6	7',3

De nieuwe buis uit München, voor een bepaald doel bestemd, heeft eene vergrooting van slechts 60 malen en daardoor een gezigtveld welks middelijn grooter is dan de geheele lengte der draden, die 23 minuten bedraagt.

Het heeft veel moeite gekost den mikrometer op

eene behoorlijke wijze aan den kijker te verbinden. Het gebruik des uurwerks vordert dat de kijker volkomen in zijn zwaartepunt ondersteund blijve, gelijk dit oorspronkelijk het geval was. De bewegingen des kijkers om zijne beide assen, zijn zoo ligt dat een gewigt van eene Ned. once, aan het oogeinde des kijkers aangebragt, meer dan toereikende is, om het te doen nederdalen. Het onmiddellijk toevoegen van den mikrometer, die $2\frac{1}{2}$ Ned. ponden weegt, zoude dus het evenwigt derwijze verbroken hebben, dat het uurwerk zijne diensten had moeten weigeren en het geheele werktuig onbruikbaar werd. De grootere kijkers uit Munchen bezitten twee buigings-stangen, ter wederzijden van de buis geplaatst, die tevens dienen om het evenwigt te herstellen, dat bij het aanbrengen van den mikrometer verbroken wordt; maar de kijker te Leiden mist deze stangen, omdat een werktuig van die grootte ze niet behoeft, en oorspronkelijk niet voor mikrometer-metingen bestemd was: en de mikrometer werd afgezonden, zonder eenige aanwijzing hoe die zwaarigheid te overwinnen zoude zijn. Ik ben echter in de herstelling van het evenwigt volkomen geslaagd, door een tegenwigt, binnen in de buis des kijkers verborgen, behoorlijk te veranderen. Wordt de kijker zonder mikrometer gebruikt, dan wordt nu het oogeinde met een tegenwigt bezwaard, dat voorloopig slechts in eenen doorgezaagdén, met laken bekleeden, looden ring bestaat, die om de buis C wordt vastgebonden, en door eenen beteren toestel vervangen zal worden, zoodra de daartoe noodige middelen beschikbaar zullen zijn.

De schuivende buis die den mikrometer draagt,

wordt door twee stalen vederen tegen de buis in welke hij zich bewegen laat, aangedrukt. Deze vederen zijn echter voor den last dien zij dragen veel te zwak, waaruit noodwendig, bij verschillende standen des kijkers, eene verandering van de optische as en van het nulpunt des verdeelden cirkels ontstaan moet. Om die zwaarigheid te overwinnen, heb ik aan de buis C twee schroeven gebragt, die in de afbeelding, door de buis zelve bedekt worden, en door welke, zonder het werktuig eenigermate te beschadigen, de buizen D en C onwrikbaar aan elkander verbonden kunnen worden.

Aan de mikrometers korteling te München voor het observatorium op den Pulkowa vervaardigd, zijn eenige verbeteringen van den oorspronkelijken mikrometer van FRAUNHOFER toegebragt. De voornaamste dier verbeteringen zijn ook bij den mikrometer te Leiden in acht genomen, en reeds in de voorgaande beschrijving vermeld.

MEER NAAUWKEURIGE BESCHOUWING VAN DEN MIKROMETER EN ZIJN GEBRUIK



De inrigting des mikrometers, van welke de voorgaande bladzijden een toereikend denkbeeld konden geven, is, hoe volkomen ook, van slechts weinig waarde, wanneer zij niet met eene buitengewoon juiste uitvoering, van elk deel des werktuigs, vergezeld gaat. Nimmer is of was een voortbrengsel van menschenhanden volmaakt, nimmer is een sterrekundig werktuig volkomen, maar zijne onvolkomenheden moeten uiterst gering en voor naauwkeurige bepaling vatbaar wezen; en bijzonder moet een mikrometer zeer na aan de volmaaktheid grenzen, om aan zijne hooge bestemming te kunnen beantwoorden. Het is dus eene belangrijke vraag, in hoe ver de mikrometer te Leiden aan deze voorwaarde voldoet; en hoezeer de metingen zelve hier uitspraak moeten doen, kan toch dit vraagstuk grootendeels, door vergelijking met de beste werktuigen dezer soort, *à priori*, opgelost

worden. De mikrometer die zijne volkomenheid door de strengste onderzoekingen en het grootste aantal waarnemingen tot heden bewezen heeft, is die van het observatorium te Dorpat en deze wordt daardoor, ter vergelijking, het meest geschikte voorwerp. Honderden onderzoekingen en waarnemingen, veel te wijdloopig om die hier volledig te vermelden, hebben mij tot de stellige overtuiging gebragt, dat de uitvoering van den mikrometer te Leiden, eene nog hoogere, althans geene mindere volkomenheid, dan die van den mikrometer te Dorpat, bezit.

De volkomene gelijkmatigheid der bewegingen, is een eerste vereischte van den mikrometer, en deze laat hier niets te wenschen over. De platen die de draden dragen, moeten volkomen in hare lijsten sluiten, welke laatste volkomen regt moeten zijn, opdat de draden, eenmaal evenwijdig aan elkander gebragt, bij alle afstanden, evenwijdig aan elkander blijven. De nietigste afwijking hierin, laat zich door de waarnemingen bepalen. Zoo bevond STRUYE dat de draden in zijnen mikrometer, bij het glijden der platen in hare lijsten, eene kleine omdraaijing ondergingen, die daar, waar zij het grootste is, $1',22$ bedroeg. Hoe nietig klein deze grootheid wezen mag, is zij bij den mikrometer te Leiden nog iets kleiner, als bedragende daar niet ten volle $1',1$. De doode gang die bij de beweging der mikrometerschroef, wegens de buigbaarheid der metalen, niet volmaakt vermeden kan worden, bedraagt te Dorpat $0,019$ van eene omwenteling der schroef, en was te Leiden altijd veel minder, somtijds geheel onmerkbaar. Ik heb bevonden dat de doode gang van tijdelijke omstandigheden af-

hangt en telkens na het uiteennemen des mikrometers, eene andere waarde verkrijgt. Naar de laatste bepaling bedroeg hij juist tienmalen minder dan te Dorpat, namelijk 0,0019 van eene omwenteling; maar deze doode gang kan en moet nog volkomen onschadelijk gemaakt worden, door zorg te dragen dat, bij het stellen des bewegelijken draads, nu aan de eene dan aan de andere zijde van den vasten draad, (bladz. 35) de schroef telkens ten laatste in denzelfden zin bewogen worde. Deze wet moet streng in acht genomen worden, en is bij de metingen te Leiden naauwgezet opgevolgd.

Van het uiterste gewigt is het dat de draden zoo dicht mogelijk langs elkander henen strijken, als zij op hunnen kortsten afstand komen, d. i. wanneer zij, door de oogbuis beschouwd, zamenvallen. Is dat niet het geval, dan staan zij op verschillende afstanden van het oogglas en het zal onmogelijk wezen de oogbuis zoo te stellen, dat men beide draden gelijktijdig scherp ziet, hetgeen de metingen eenen hoogen graad van naauwkeurigheid zoude ontzeggen. Te Dorpat bedroeg de kortste afstand waarop de draden gebragt kunnen worden $0,^{m.m}041$. Op eene eigenaardige wijze heb ik bevonden dat die afstand bij den mikrometer te Leiden, oorspronkelijk aanmerkelijk grooter was en zelfs $0,^{m.m}095$, d. i. 8 malen de dikte van eenen draad uit een spinnenest, bedroeg. Bij het gebruik van eene sterke vergrooting was die afwijking zoo hinderlijk, dat zij noodwendig verholpen moest worden. Ik kwam weldra op het denkbeeld, den mikrometer uiteentemen, op iedere der platen die de draden dragen, een zeer dun laagje kopervernis te brengen en daarover

heen nieuwe spinragjes te spannen. De spinragjes kwamen daardoor in hunnen samenstand, zoo veel nader bij elkander als de dubbele dikte van het laagje vernis bedroeg, en daarmede was deze groote zwarigheid volkomen overwonnen.

De draden moeten zoo fijn mogelijk zijn, vooral bij het meten van zeer fijne dubbele sterren. Ongeukkiglijk hangt de schijnbare dikte der draden in den kijker, niet alleen van hunne wezenlijke dikte, maar ook van de lengte des kijkers af, en is zij voor dezelfde draden, omgekeerd evenredig aan de lengte des kijkers. De draden uit een gewoon spinnenest, dekken in den kijker te Dorpat 0",50 en zouden in dien te Leiden 0",83 dekken, ongetwijfeld te veel, voor de scherpte waarmede die kijker de sterren vertoont. De mikrometer alhier had te München draden ontvangen die 0",72 dekten, maar ongelukkiglijk hingen die slap, toen de mikrometer was aangekomen en ik moest dus dadelijk het werktuig geheel uiteennemen, om nieuwe draden in te spannen. Ik ontving uit de Academische tuin alhier een aantal spinnenesten, onder welke echter geene draden voorkwamen, wier schijnbare dikte in den kijker minder den 0",93 bedroeg, zoodat ik mij langen tijd met al te dikke draden heb moeten behelpen. Men kan zich zeer fijne spinragjes verschaffen, door die uit eene webbe te nemen, of het insect, wanneer het moede van spinnen is, op nieuw tot spinnen te dwingen, en deze kunstgreep heeft mij meermalen zeer fijne draden voor de kleinere werktuigen bezorgd, maar bij den mikrometer, lieten zij zich niet gebruiken, omdat zij niet cylindervormig, maar plat, gedraaid en onregelmatig zijn.

Bij eene vergrooting van 400 malen, ziet men daardoor die draden niet overal even dik, en hun onregelmatig oppervlak laat niet toe, de kunstmatige verlichting op bladz. 41 beschreven, aan te wenden; zoodat ik zulke fijne draden, die reeds in den mikrometer gebragt waren, weder heb moeten verwerpen. Eindelijk ontving ik in Maart jl. een dertigtal nieuwe spinnenesten van eene andere plaats, onder welke ik gelukkiglijk één vond met zeer fijne draden, daar zij in den mikrometer slechts 0',62 dekken. Deze draden zijn den 12 Maart ingespannen en hebben veel ter vergrooting van de naauwkeurigheid der metingen bijgedragen.

De juistheid van het meten der afstanden, hangt geheel van de volkomenheid der mikrometerschroef af. De draden dezer schroef moeten over hare geheele uitgestrektheid volkomen denzelfden afstand van elkander hebben en nergens mogen zij eenigzins onregelmatig zijn. Het is reeds overvloediglijk bekend, dat het Optische Instituut de kunst bezit, om schroeven van eene onbegrijpelijke volkomenheid te vervaardigen, maar toch heb ik zeer talrijke waarnemingen voor dit onderzoek in het werk gesteld. De waarnemingen hebben mij tot heden, noch eene trapsgewijze verandering in den afstand der schroefdraden, noch eene onregelmatigheid in de draden zelven met zekerheid doen ontdekken, en als men de metingen bij herhaling over verschillende deelen der schroef brengt, kan die wijders als volmaakt beschouwd worden.

Neemt men in aanmerking, dat de gebreken des mikrometers sterker te voorschijn treden, naar mate de kijker korter is, dan kan men uit het aangevoerde

geredelijk afleiden, dat onze mikrometer, althans geene mindere volkomenheid dan die te Dorpat bezit, en dat zijn doelmatig gebruik alleen door andere omstandigheden beperkt zoude kunnen worden, als de mindere lengte en mindere optische kracht des kijkers, het grooter voorkomen van de middellijnen der sterren door de interferentie des lichts (1) en de ongeschikte standplaats, welke bij die van den kijker te Dorpat niet vergeleken kan worden. Dat een strenge en onverdroten arbeid, deze schijnbaar onoverkomelijke hinderpalen overwinnen kon, zal nader blijken.

Onafhankelijk van den mikrometer, blijven er aan de metingen met dit werktuig volbragt, nog talrijke verbeteringen toe te voegen, die grootendeels in de wetten der natuur zijn gelegen, en dus alleen door onderzoek en berekening bepaald en bestreden kunnen worden. Op de afstanden werkt de invloed van drie storingen, namelijk de warmtegraad, de refractie des dampkrings en de aberratie. Door verandering van warmte, ondergaan de grootte der mikrometerschroef en de brandpuntsafstand des kijkers eene verandering, die eene verandering van de ruimte, welke de afstand der schroefdraden aan den hemel afmeet, ten gevolge heeft. De invloed dezer dubbele werking kan alleen in de uitersten van warmtegraden bepaald worden, die sedert de aankomst des mikrometers nog geene plaats hebben gehad. Zijne grootte laat zich vermoeden, maar is van geen invloed op de tegenwoordige metingen, daar die onder nagenoeg denzelfden warmte-

(1) *De optische kracht des enz. Letterbode* N^o. 17 en 18 voor 1839.

graad hebben plaats gehad, als waaronder de waarde van den afstand der schroefdraden is bepaald geworden. De invloed der refractie en aberratie laat zich door bepaalde, helaas wat omslagtige formules, met alle wenschelijke juistheid berekenen.

De rigtings- of standhoeken, die met den mikrometer gemeten worden, zijn aan den invloed van veel meer storingen onderworpen dan de afstanden, maar al die storingen laten zich, insgelijks met juistheid, bepalen. Eerstelijk wordt hier vereischt, dat men het punt des verdeelden cirkels aan den mikrometer kenne, door hetwelk de pool des hemels wordt aangewezen, dat nimmer veel van het nulpunt, d. i. van het punt van waar de verdeeling begint te tellen, behoort te verschillen; en dan moet dit punt bij elken stand des kijkers de pool blijven aanwijzen, hetgeen zonder eenige parallaktische inrigting van het werktuig geheel onmogelijk is, en zelfs bij eene parallaktische inrigting, nooit volkomen het geval kan zijn. Gelijken men weet, wordt een kijker op parallaktischen voet, om twee assen bewogen (1), van welke de eene juist naar de pool des hemels gerigt, de andere juist in den aequator gelegen moet zijn, terwijl de laatste loodregt op de optische as des kijkers staan moet. Die drie assen zijn nooit volmaakt loodregt op elkander, waardoor het nulpunt des cirkels, zijn' stand met betrekking tot de voorname as des werktuigs eenigermate verandert, en er noodwendig twee storingen ontstaan. De stalen assen, om welke de kijker zich beweegt, ofschoon zij eene dikte van $0,^m37$ hebben en naauwelijks buiten

(1) Zie *Het Observatorium te Leiden*. bladz. 22.

bare steunpunten uitsteken, ondergaan om die steunpunten, door het gewigt des kijkers, eene zeer kleine, maar toch merkbare buiging, waardoor de kijker eene geringe draaijing om zijne optische as ondergaat, die weder eene storing is. Het is onmogelijk de poolas des werktuigs, volkomen naar de pool des hemels gerigt te houden, waaruit eene vierde storing ontstaat; en daar de pool des hemels haren stand met betrekking tot de vaste sterren verandert, komen bij de rigtingen niet alleen refractie en aberratie, maar ook nutatie en praecessie in aanmerking.

De bepaling der storingen in het werktuig zelf gelegen, eischt het onderzoek en de behandeling van het werktuig als aequatoriaal, en de bepaling der zes fouten, welke het als zoodanig noodwendig hebben moet. Hiertoe zijn velerlei wegen voorgesteld en aanbevolen, onder welke die van BESSEL, mij het meest behagen. Bij vele onderzoekingen hierop betrekkelijk, moet men den kijker op een vast en scherp begrens'd voorwerp kunnen rigten, waartoe men niet beter kan aanwenden, dan twee elkander overkruisende spinragjes, in het brandpunt van het voorwerpglas eens kleineren of hulpkijker geplaatst. Aan de andere zijde van dat glas ontvangt men de stralen van het snijpunt dier draden komende, in evenwijdige rigtingen, zoodat het zich zeer scherp begrens'd vertoont en tevens zoo, als of het op een' oneindigen afstand verwijderd was. Het gebrek aan zoodanig een' hulpkijker, heeft mij langen tijd zeer bezwaard en vruchtelloozen arbeid berokkend, maar de middelen om mij dien te verschaffen, waren niet ter mijner beschikking, tot dat het mij in den geest kwam, aan eenen onbruikbaren repetitie-cirkel op het obser-

vatorium, een' kijker te ontnemen, het eenige stuk, dat hij ongeschonden had behouden. Die kijker was met eene kleine verandering voor zijn doel volkomen geschikt, en werd door een' onkostbaren ijzeren toestel, zoodanig aan het beweegbaar dak, dat den grooten kijker dekt, verbonden, dat hij in allerlei rigtingen, maar toch met groote vastheid daaraan kan worden vastgemaakt. Wanneer de wind niet met het dak speelt en den kijker schudden doet, bewijst hij zijne diensten volkomen.

Het schoonste gebruik dat men van den hulpkijker maken kan, is gelegen in de bepaling van het eigenlijke nulpunt op den cirkel des mikrometers, welke bepaling zeer dikwijls ondernomen moet worden. Rigten men den grooten kijker op het snijpunt der spinragjes, dan zal het, als de kijker om eene van zijne beide assen bewogen wordt, door zijn veld, eene lijn doorloopen, die juist naar de pool van het werktuig is gerigt of op die rigting loodrecht staat. Nu bepaalt men, op eene eigenaardige wijze, de aanwijzing der nonien voor den stand des mikrometers, waarbij het snijpunt, bij die beweging, juist langs zijne draden loopt en daardoor leert men de fout van het nulpunt des cirkels kennen. Herhaalt men die bepaling bij verschillende standen des kijkers, zoo geeft dit, echter niet zonder moeite, de buiging der assen. Dezelfde hulpkijker kan op eene schoone wijze dienen om den hoek te bepalen, dien de optische as des kijkers met zijne declinatie-as maakt, die zelf aan kleine veranderingen onderworpen is; maar de hoek, dien de assen, om welke de kijker bewogen wordt, met elkander maken, moet op eene andere wijze bepaald worden en

bij voorkeur door de aanwijzingen van den urecirkel des kijkers, wanneer men bij de twee verschillende standen des werktuigs, de poolster in de optische as des kijkers brengt. De kijker namelijk is zoo ingerigt, dat hij in twee verschillende standen, naar de meeste punten van den hemel gerigt kan worden. Bij den eenen stand zal de declinatie-as de optische as in regte klimming voorafgaan, bij den anderen zal zij die in regte klimming volgen, en deze inrigting geeft voor het onderzoek des werktuigs belangrijke voordeelen. In het eene geval geven de cirkels van het werktuig onmiddellijk uurhoek en declinatie, in het andere geval hunne supplementen, maar dan alleen volkomen, wanneer het werktuig volkomen gerectificeerd is.

De meeste handelwijzen, die men heeft voorgesteld, om de afwijking van de pool des werktuigs met de pool des hemels te bepalen, zijn om hunne omslagtigheid naauwelijks in praktijk te brengen. Het beste is, dat men de betrekkelijke ligging van beide polen uitdrukke door cöordinaten van de pool des werktuigs, tot den meridiaan en de pool des hemels herleid, die zich in vrij korten tijd bepalen laten, wanneer men de schijnbare Declinatie van beide poolsterren, met die vergelijkt, welke het werktuig geeft. De genoemde sterren zijn voor die bepaling zeer geschikt, eensdeels om hare onderlinge ligging, anderdeels omdat zij zich bij dag en bij nacht even ligt in den kijker laten vinden. **BESSEL** heeft aan zijnen heliometer een' toestel gebragt, die de verandering in den stand der as van het werktuig, onmiddellijk verraaft, en ofschoon het werktuig te Leiden iets vaster dan te Königsberg schijnt te staan, kan die toestel als eene wezenlijke behoefte be-

schouwd worden, die ik echter tot heden, uit gebrek aan beschikbare middelen, niet vervullen kon.

Deze ruwe schets moge toereikende wezen om een algemeen denkbeeld te geven, van de talrijke voorzorgen, die bij het gebruik van den mikrometer in acht genomen moeten worden, maar zij is ver van alles wat hiertoe behoort volledig aantewijzen. Wanneer men de verschillende, hier slechts aangestipte, beginselen in toepassing brengen wil, dan eerst treden de moeilijkheden uit hunne schuilhoeken te voorschijn; dan eerst blijkt het, dat de mikrometer eene diepe en ingewikkelde studie vordert, en het verraaft zich eerst dan, dat elk bijzonder geval, bijzondere handgrepen eischt, die zich niet laten voorschrijven, die men zich zelfen uitvinden moet, maar die men niet uitvinden, zelfs niet nabootsen kan, zonder door veeljarige oefening een praktisch sterrekundige geworden te zijn. Ook het meten zelf, in zijn beginsel zoo eenvoudig, is aan talrijke zwaarigheden onderworpen. Men wane niet, dat de eene draad op het eene hemellicht, de andere op het andere gebragt wordt, even ligt als men het eene boek op de eene tafel, het andere op eene andere tafel legt. Het meten zelf eischt eene hooge mate van geoefendheid en bedrevenheid, en dan nog een onverdroten geduld en onvermoeide inspanning. Men heeft tegen de altoosdurende onrust der lucht, tegen de onvermijdelijke onvolkomenheden des uurwerks, die het werktuig in beweging brengt, tegen de kleine buiging, die de kijker ondergaat zoodra hij met de handen wordt aangeraakt en tegen nog andere zwaarigheden te kampen. Bedenkt men, dat bij deze metingen grootheden in aanmerking komen, die door de dikte,

in welke men een spinragje ziet, als het zich het duidelijkt voor het oog vertoont, honderd en meermalen overtroffen worden, dan zal men beseffen, dat zij eene groote scherpte en geoefendheid der zintuigen eischen, met een onbevangen oordeel en groote behendigheid vereenigd, en dat het uitvoeren der metingen, dan vooral uiterst moeilijk wordt, wanneer de zwarigheden, even als te Leiden, nog daardoor aanzienlijk vermeerderd worden, dat het werktuig in het midden eener volkrijke stad, op eene zeer groote hoogte, boven een zwak gebouw is opgericht en het alzoo de wenschelijke rust ontbeert, die het alleen in een afgezonderd oord en in een daartoe opzettelijk ingerigt gebouw bezitten kan. Gelukkigig stelt de aard en de inrigting des werktuigs den opmerkzamen tot verscheidene kunstgrepen in staat, door welke deze zwarigheden grootendeels overwonnen, en aan de metingen eene hoogere volkomenheid bijgezet kan worden, dan eene oppervlakkige beschouwer dit mogelijk zoude achten.

Het is mij niet ongeschikt voorgekomen, dit hoofdstuk met eene vermelding der grond-formulen te besluiten, van welke ik mij bij het gebruik des mikrometers bedien. Hunne meest geschikte aanwending in verschillende omstandigheden of bij verschillende doeleinden, moet ik wegens plaatsgebrek met stilzwijgen voorbijgaan, maar die zal een' wiskundigen geene moeilijkheid baren.

Formulen voor de herleiding der Mikrometer-Metingen.

Men noeme:

- $90^\circ - i$ den hoek dien de declinatie-as met de pool des werktuigs maakt.
- $90^\circ - i'$ den hoek dien de optische as met de declinatie-as maakt, aan de zijde van het voorwerpglas.
- c de indexfout van den uurencirkel des werktuigs.
- c' de indexfout van den declinatie-cirkel des werktuigs.
- x en y de coördinaten van de pool des werktuigs, met betrekking tot de pool des hemels en den Meridiaan; waarbij:
- $x \begin{cases} + \\ - \end{cases}$ als de pool van het werktuig $\begin{cases} \text{te hoog} \\ \text{te laag} \end{cases}$ staat.
- $y \begin{cases} + \\ - \end{cases}$ als de pool van het werktuig ten $\begin{cases} \text{westen} \\ \text{oosten} \end{cases}$ van den Meridiaan staat.
- k de indexfout van den cirkel aan den mikrometer, tot de pool des werktuigs herleid en van alle storingen verbeterd.
- b de verandering van die indexfout, door de buiging der assen, bij den horizontalen stand des kijkers in het noorden of zuiden (positief als de decl.-as voorafgaat, en de kijker naar het zuiden is gericht).
- α , τ en δ de ware regte-klimming, uurhoek en declinatie van een hemellicht, of bij twee nabij elkander geplaatste hemellichten, van het punt midden tusschen beiden gelegen.
- τ' en δ' den schijnbaren uurhoek en declinatie, d. i. τ en δ met den invloed der refractie aangedaan.

- t* en *d* den uurhoek en declinatie, zoo als die onmiddellijk op het werktuig worden afgelezen.
- z* den waren zeniths-afstand van een hemellicht.
- q* zijn' parallaktischen hoek.
- s* den afstand van twee nabij elkander gelegene hemellichten.
- p* hunnen standhoek.
- x* het bekende standvastige getal der straalbuiging, bepaald door de vergelijking, $\text{refr.} = x \text{ tang. } z \sin. 1''$, en afhangende van den stand van barometer en thermometer.
- ω de schuinsheid der ecliptica.
- φ de poolshoogte der plaats.
- A, B, C en D de bekende standvastige getallen van BESSÉL, voor de herleiding der plaatsen van hemellichten, zoodanig als die in de *Tabulae Regiomontanae* en in het Berlijner *Astr. Jahrb.* voorkomen.
- τ den sterretijd dien een hemellicht behoeft, om den afstand van beide draden in den mikrometer te doorloopen.
- a* den waren afstand der draden uit dat tijdsverloop, met inachtneming der straalbuiging, afgeleid.

$\psi, \zeta, z, m, n, \gamma', \delta', \alpha'', \beta'', \gamma'', \delta'', \theta$ hulpbogen; dan heeft men de volgende formules:

1°. Voor de fouten en de rectificatie van het werktuig als aequatoriaal.

$$\text{tang. } \psi = \cos. \tau \cotg. \varphi$$

$$\tau' = \tau \frac{x \text{ tang. } \tau \sin. \psi}{\cos. \delta \sin. (\delta + \psi)}$$

$$\delta' = \delta - x \cotg. (\delta + \psi)$$

$$\zeta = c - y \text{ tang. } \varphi$$

$$\left. \begin{aligned} \tau' &= t + \zeta - i \operatorname{tang.} \delta' + i' \operatorname{sec.} \delta' \\ &\quad - x \operatorname{tang.} \delta' \sin. \tau' + y \operatorname{tang.} \delta' \cos. \tau' \\ \delta' &= d + c' - x \cos. \tau' - y \sin. \tau' \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{als de Declinatie-} \\ \text{as voorafgaat.} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau' &= t - 180^\circ + \zeta + i \operatorname{tang.} \delta' - i' \operatorname{sec.} \delta' \\ &\quad - x \operatorname{tang.} \delta' \sin. \tau' + y \operatorname{tang.} \delta' \cos. \tau' \\ \delta' &= 180^\circ - d - c' - x \cos. \tau' - y \sin. \tau' \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{als de Declinatie-} \\ \text{as volgt.} \end{array}$$

2°. *Voor de verbetering der afgelezen standhoeken,
van de fouten uit het werktuig en zijnen
stand voortvloeiende.*

$$\left. \begin{aligned} \text{Verbeterde standh.} &= \text{Afgelezen standh.} + k \\ &\quad + b(\sin. \varphi \cos. \delta - \cos. \varphi \sin. \delta \cos. t) \\ &\quad - (y \cos. \tau - x \sin. \tau) \operatorname{sec.} \delta \\ &\quad + i \operatorname{sec.} \delta - i' \operatorname{tang.} \delta \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{als de} \\ \text{Declinatie-} \\ \text{as voor-} \\ \text{afgaat.} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Verbet. standh.} &= \text{Afgelez. standh.} + 180^\circ + k \\ &\quad - b(\sin. \varphi \cos. \delta - \cos. \varphi \sin. \delta \cos. t) \\ &\quad - (y \cos. \tau - x \sin. \tau) \operatorname{sec.} \delta \\ &\quad - i \operatorname{sec.} \delta + i' \operatorname{tang.} \delta \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{als de} \\ \text{Declinatie-} \\ \text{as volgt.} \end{array}$$

3°. *Voor de verbetering van den afstand en den
standhoek van den invloed der refractie.*

$$\operatorname{tang.} \psi = \cos. \tau \cotg. \varphi, \quad z = \sin. \psi \operatorname{tang.} \tau$$

$$\operatorname{tang.} z \cos. q = \cotg. (\psi + \delta), \quad \operatorname{tang.} z \sin. q = \frac{r}{\sin. (\psi + \delta)}$$

$$m = \operatorname{tang.} z \cos. (p - q), \quad n = \operatorname{tang.} z \sin. (p - q)$$

$$\text{Verbet. voor den afstand} = s \times (m^2 + 1)$$

$$\text{— — — standh.} = -x mn - x \operatorname{tang.} \delta \operatorname{tang.} z \sin. q$$

4°. *Voor de verbetering van den afstand en den
standhoek, van den invloed van aberratie,
praecessie en nutatie.*

$$\gamma' = -2 \sin. \frac{1}{2} s (\cos. \delta \sin. \alpha + \operatorname{tang.} \omega \sin. \delta)$$

$$\delta' = 2 \sin. \frac{1}{2} s \cos. \delta \cos. \alpha$$

$$\alpha'' = 20,7056 \operatorname{sec.} \delta \sin. \alpha$$

$$\rho'' = \operatorname{sec.} \delta \cos. \alpha$$

$$\gamma'' = \operatorname{tang.} \delta \cos. \alpha$$

$$\delta'' = \operatorname{tang.} \delta \sin. \alpha$$

de herleiding van den waargenomen afstand en standhoek tot hunne middelbare waarde voor den aanvang des jaars, is dan:

$$\text{bij den afstand} = -(\gamma' C + \delta' D)$$

$$\text{bij den standhoek} = -(\alpha'' A + \beta'' B + \gamma'' C + \delta'' D)$$

Indien de sterren eene merkbaar verschillende eigene beweging hebben, moet die mede in rekening gebragt worden.

Heeft men afstand en standhoek van sterren gemeten, die in de lijst van BAILY of in die van ARGELANDER voorkomen, dan is het ligt de verandering te bepalen, die hunne verschillen in regte-klimming en in declinatie, sedert den aanvang des jaars ondergaan hebben. Noemt men die verschillen, als de regte-klimming en declinatie van het kleinere hemellicht met die van het grootere verminderd worden, $+ \Delta \alpha$ en $+ \Delta \delta$, en hunne veranderingen sedert den aanvang des jaars $+ \Delta^2 \alpha$ en $+ \Delta^2 \delta$, dan is de herleiding van afstand en standhoek, tot hunne middelbare waarde bij den aanvang des jaars:

$$\text{bij den afstand} = -\sin. p \cos. \Delta^2 \alpha - \cos. p \Delta^2 \delta$$

$$\text{bij den standhoek} = -\frac{\cos. p \cos. \delta}{s. \sin. l'} \Delta^2 \alpha + \frac{\sin. p.}{s. \sin. l'} \Delta^2 \delta$$

de laatste in minuten uitgedrukt.

5°. Voor de bepaling van den afstand der draden door tijdsverloopen.

$$\begin{aligned} \text{Als boven: } \tan g. \psi &= \cos. \tau \cot g. \varphi \\ \epsilon &= \sin. \psi \tan g. \tau \end{aligned}$$

$$\text{verder: } \tan g. \theta = \frac{\epsilon}{\sin. (\delta + \psi)}$$

$$a = 15 T \times \frac{\cos. \delta}{1 + \pi \sec.^2 \theta}$$

EERSTE METINGEN VAN DUBBELE STERREN, VOLBRAGT OP HET OBSERVATORIUM TE LEIDEN.

Op het einde der maand October van het verledene jaar, was de mikrometer in zoo ver gereed, dat de eerste metingen konden aangevangen worden. De voorloopige proeven beloofden betere gevolgen dan de hulpmiddelen konden doen verwachten, zoodat ik weldra besluiten mogt, mijne allereerste werkzaamheden met den mikrometer, eene voor de wetenschap niet onbelangrijke strekking te geven, en onmiddellijk eene onderneming aan te vangen, die zich reeds vroeger aan mijne aandacht had opgedrongen. Het is vrij algemeen bekend, dat STRUVE en BESSEL, eenigen tijd na de aankomst des Heliometers te Königsberg, met elkander zijn overeengekomen, om de meting van 39 der merkwaardigste dubbele sterren, met al die juistheid uit te voeren, welke hunne, zoo verschillende, hulpmiddelen veroorloofde. Zij deden dit eensdeels om de toenmalige betrekkelijke ligging der hemellichten, uit welke die dubbele sterren bestaan, met eene buitengewone juistheid te bepalen, anderdeels om de uitkomsten door beider werktuigen verkregen, met elkander te vergelij-

ken. STRUVE en BESSEL hebben in het jaar 1832 de uitkomsten hunner metingen, de eerste bij de Academie te St. Petersburg, de tweede bij die te Berlijn overgelegd. Zij deelden de einduitkomsten in het 120^{ste} nummer der *Astr. Nachrichten* mede, en hunne meer uitvoerige stukken over deze metingen, werden in de jaarboeken der genoemde Academien opgenomen. De metingen van STRUVE, die reeds vroeger aangevangen waren, loopen over een tijdvak van zeven jaren, die van BESSEL over een tijdvak van drie jaren, daar men voor het welgelukken dezer onderneming, alleen gunstige gesteldheden des dampkrings meende te moeten aanwenden.

Hetzelfde tweeledige doel, dat BESSEL en STRUVE tot de genoemde onderneming aanleiding gaf, heeft ook mij doen besluiten, aan diezelfde dubbele sterren mijne krachten te beproeven. Ik wenschte eene hernieuwde bepaling aangaande die dubbele sterren, voor een ander tijdstip te leveren, en tevens daardoor mijne metingen aan de strengste onderzoeking te onderwerpen, doch ik heb reeds aanvankelijk, om bepaalde redenen, het voornemen opgevat, niet de gunstigste gesteldheden der lucht af te wachten, maar in het algemeen de metingen voort te zetten, zoo dikwijls dit niet door den toestand der lucht volstrekt onmogelijk werd gemaakt; en dat ik geen oogenblik, waarop het meten slechts mogelijk was, verzuimd kan hebben, blijkt reeds daaruit, dat mijne waarnemingen zich slechts over zeven maanden uitstrekken, onder welke een, voor de sterrekunde hoogst ongunstige, winter behoort. Mijne eerste der hier vermeld wordende metingen, zijn van den 4^{den} Nov. 1839, de laatste van den 28^{sten} Mei 1840.

Het najaar des verledenen jaars, schijnt voor de sterrekunde overal even ongunstig als hier geweest te zijn, en het leverde mij, ofschoon met onmatige inspanning, slechts weinige metingen op. Met den 6^{den} Januarij 1840 viel eene vrij strenge vorst in, die echter slechts tot den 13^{den} voortduurde, en mij acht vrij gunstige dagen en nachten verschaft, die honderden metingen hebben opgeleverd. Daarop volgde een langdurig zeer ongunstig tijdvak, dat zich bijzonder door hevige stormen kenmerkte en de tweede helft van Januarij gaf slechts weinige metingen, die alleen onder hevigen storm en rukwinden, volbragt konden worden. Niet dan met groote inspanning en vermoeienis, leverde de maand Februarij, tusschen gestadige buijen, eenige honderden metingen op, tot dat met het begin der maand Maart, weder vorst, en daarmede een kortstondig vrij gunstig tijdvak inviel, dat met den 8^{ten} Maart eindigde; terwijl op het einde der maand Maart, bij gestadige betrokken lucht, met hagel en sneeuwvlagen, aan geene metingen gedacht kon worden.

De maand April van dit jaar heeft vier ongemeen schoone weken geschonken, gedurende welke de lucht onafgebroken vrij van wolken, maar toch voor de metingen hoogst ongunstig, bleef. De dagen waren buitengewoon warm, en de nachten zeer koud. Welligt moet het aan die buitengewone afwisseling van warmtegraad worden toegeschreven, dat de golving der lucht, altijd de groote hinderpaal bij zeer fijne waarnemingen, gedurende die weken meestal onverdraaglijk hevig was. Bij den aanvang van de maand Mei bleven er mij nog eenige weinige metingen te volbrengen over, maar een langdurig betrokken en onstuimig weder, verbood mij

vóór het einde dier maand, aan dezen arbeid de laatste hand te leggen.

Zoo zijn de volgende metingen onder onophoudelijk worstelen tegen de ongeschiktheid der lucht, toch in zeer korten tijd volbragt, en zij hebben mij geleerd, dat men ook de belemmeringen, die uit de werkingen der natuur ontstaan, grootendeels overwinnen kan. De verschillende regelen en kunstgrepen, van welke ik mij bij het meten bediend heb, kan ik hier niet beschrijven, evenmin als de oorspronkelijke metingen, die meer dan 300 folio bladzijden in mijne registers innemen, in hun geheel mededeelen. Ik moet mij deswegen bepalen, bij het midden der uitkomsten voor elke dubbele ster, op elken dag of nacht verkregen, wier einduitkomsten voor elke dubbele ster, aan het einde, in ééne afzonderlijke tafel vereenigd zijn. Bij de metingen zijn alle vroeger beschrevene voorzorgen in acht genomen, maar de herleidingen, die bij de eigenlijke dubbele sterren, wegens den geringen afstand der hemellichten, geene waarde hebben, gelijk dit altijd geschiedt, verwaarloosd. De afstanden berusten alle op dubbele of alternative metingen en ten minste op elken verschillende dag, zijn de metingen op verschillende deelen der mikrometer-schroef gebragt. Zoo men alles waarop eene aflezing, hetzij van den cirkel, hetzij van de Schroef volgt, als ééne waarneming beschouwt, bevat het geheel 3650 waarnemingen. Elke ster is gemiddeld op 6,3 verschillende dagen waargenomen en de einduitkomst voor elke ster, berust gemiddeld, bij den afstand op 28 dubbele metingen, bij de rigting op 37 metingen, zoodat de sterren door mij niet minder veelvuldig, dan door **BESSEL** en **STRUVE** zijn waargenomen.

De twee volgende tafels, de uitkomsten mijner metingen bevattende, vereischen nog eene kleine toelichting. In de eerste tafel, behelst de eerste kolom eenvoudig de naam des sterrenpaars, de tweede de verschillende tijden waarop het gemeten is, zoo als men dat bij zulke metingen gewoonlijk doet, in het loopende jaar en zijne reeds verstrekenen honderste deelen uitgedrukt, terwijl maand en dag, ter besparing van ruimte, zijn weggelaten. Een honderste deel van een jaar bedraagt omtrent vier dagen, zoodat eene ster op vier verschillende dagen gemeten kan zijn, al komen die metingen hier onder denzelfden datum voor. Waar de datum met een sterretje geteekend is, beteekent dit, dat de metingen bij het volle daglicht hebben plaats gehad. De derde kolom bevat het midden der, op iederen dezer dagen, gemeten afstanden, en de vierde kolom het aantal dubbele metingen, op welke dat midden berust. De vijfde kolom heeft betrekking op het onderzoek van de waarde der metingen. Hij behelst namelijk, voor elken afzonderlijken dag, de som van de tweede magten der verschillen, tusschen elke afzonderlijke meting en het waarschijnlijkste midden uit allen. Het waarschijnlijkste midden uit alle metingen op dezelfde dubbele ster in het werk gesteld, is de einduitkomst. Het verschil tusschen die einduitkomst en elke afzonderlijke meting, zoo als die in de oorspronkelijke registers voorkomt, moet als de fout dier meting beschouwd worden en de som der tweede magten, van de fouten der metingen op elken dag verkregen, in de vijfde kolom onder Σ^2 voorgesteld, doet de betrekkelijke waarde der verschillende uitkomsten beoordeelen. Deelt men de som van al die sommen, voor de verschillende dagen

waarop het sterrenpaar is waargenomen, door de som van de aantalen metingen, waartoe zij behooren, *met één verminderd*, dan verkrijgt men de zoogenaamde *middelebare fout* van elke meting, en 0,6746 van deze, is de waarschijnlijke fout van elke afzonderlijke meting, welke door den wortel uit het aantal metingen gedeeld, de waarschijnlijke fout van de einduitkomst doet kennen. De waarschijnlijke fout is de maat van de juistheid der bepalingen, want gelijk de hoogere wiskunde leert, heeft men bij elke bepaling juist even veel kans eene fout te begaan, die kleiner dan de waarschijnlijke is, als men kans heeft eene grootere fout te begaan. De waarschijnlijke fouten van elke der einduitkomsten, zijn eerst in de tweede tafel medegedeeld.

De zesde kolom der eerste tafel geeft den standhoek der hemellichten, niet in graden en minuten, maar in graden en decimale deelen, uitgedrukt. Bij hunne bepaling zijn de nonien niet gebruikt, maar zijn de onderdeelen van de graden, naar het voorbeeld van STRUVE, door schatting bepaald, waardoor het werk ongemeen bespoedigd wordt, zonder bij zulke kleine afstanden, aan zekerheid te verliezen. De zevende kolom drukt het aantal metingen uit, waarop elke nevenstaande uitkomst der standhoeken berust, en de achtste kolom, de sommen der tweede magten van de verschillen tusschen elke afzonderlijke bepaling en het waarschijnlijkste midden uit allen.

De tweede tafel, in welke de einduitkomsten vereenigd zijn, behoeft, na het aangevoerde, slechts weinig toelichting. Zij bevat het waarschijnlijkste midden van de gemeten afstanden en standhoeken, bij elke der sterren, naar de bekende handelwijzen, uit de eerste

tafel afgeleid, waarbij aan alle afzonderlijke metingen, op dezelfde dubbele ster, dezelfde waarde is toegekend. De vijfde kolom, *W* tot opschrift hebbende, drukt de waarschijnlijke fout van de einduitkomst, voor elken afstand, uit; de achtste kolom, die *W'* tot opschrift heeft, drukt hetzelfde uit voor de standhoeken, maar daarbij is die grootheid *W*, reeds in decimalen van ruimte-secunden overgebracht. Naar mate de sterren digter bij elkander staan, zal natuurlijk dezelfde verandering in den standhoek, eene kleinere verandering in de wezenlijke standplaats veroorzaken, en wil men alles tot dezelfde maat brengen, dan moet men niet de waarschijnlijke fout der hoeken zelve beschouwen, maar de fout, die zij in de volstreckte plaats van een der beide hemellichten teweegbrengt; die gevonden wordt, door den *sinus* van die waarschijnlijke fout, met den afstand der sterren te vermenigvuldigen, als wanneer men verkrijgt, hetgeen in de tafel onder *W'* is voorgesteld. Om zich een denkbeeld van de scherpte der mikrometer-metingen te vormen, bedenke men, dat de dikte van het fijnste spinragje, dat in den mikrometer gebruikt is, op den afstand van het oog gehouden, waarop men het het scherpst ziet, (9 P. duimen) 6'',6 aan den hemel dekt. Wanneer dus de waarschijnlijke fout van eene einduitkomst 0'',02 bedraagt, (en dikwijls is zij hier veel kleiner), dan is dit slechts $\frac{1}{330}$ van de dikte, waaronder zich het spinragje, onder gemelde omstandigheden, vertoont.

METINGEN

VAN

DUBBELE STERREN

VOLBRAGT OP HET OBSERVATORIUM TE LEIDEN.

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	φ^2	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	φ^2
γ Cassiopejae.	1840,10	9",060	4	0",121	...	...	...
	1840,11	8,887	4	0,145	95°,57	5	0°,59
	1840,14	....	..	...	95,51	6	7,21
	1840,15	....	..	...	96,96	5	9,12
	1840,15	9,015	4	0,013	95,51	4	0,87
	1840,15	9,087	4	0,058	95,31	7	11,63
	1840,16	8,940	5	0,076	95,16	5	3,25
	1840,16	8,910	4	0,045	96,83	5	6,24
ζ Piscium.	1840,16	8,947	4	0,021	....	..	...
	1839,90	23,255	6	0,395	63,84	12	3,60
	1840,00	23,488	6	0,271	64,09	8	1,68
	1840,02	23,368	6	0,219	63,77	9	1,51
	1840,02	23,380	3	0,189	64,02	4	0,84
	1840,03	23,242	4	0,093	63,87	4	1,54
	1840,07	23,300	4	0,090	63,22	4	3,08
	1840,07	....	..	...	64,04	5	1,49
γ Arietis.	1839,91	8,590	8	0,138	179,19	10	10,21
	1839,99	8,764	11	0,232	....	..	...
	1839,99	8,615	2	0,016	....	..	...
	1840,01	8,702	5	0,014	180,42	5	3,30
	1840,02	8,797	7	0,118	180,37	7	7,90
	1840,02	....	..	...	178,19	6	10,03
	1840,02	....	..	...	179,58	7	4,37
	1840,03	....	..	...	179,60	5	2,61
	1840,07	8,577	3	0,048	179,03	5	3,04
	1840,07	8,708	5	0,066	178,67	4	2,69

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	ρ^2	Stand- boek.	Aantal Metingen.	ρ^2
118 Tauri.	α Piscium.	1839,99	..	...	332°, 92	9	13°, 40
		1840,00	..	...	332, 27	8	11, 44
		1840,02	3, 660	0, 090	333, 35	6	13, 19
		1840,02	3, 723	0, 042	333, 67	4	4, 72
		1840,03	3, 667	0, 019	332, 49	4	2, 23
		1840,03	3, 447	0, 180	335, 37	4	22, 07
		1840,07	3, 607	0, 046	....	..	...
		1840,08	3, 750	0, 041	....	..	...
		1840,08	3, 666	0, 065	332, 46	6	3, 07
	γ Andromedae.	1840,01	3	0, 022	62, 75	7	14, 99
		1840,03	4	0, 055	62, 07	4	3, 59
		1840,07	4	0, 207	61, 21	6	3, 52
		1840,08	4	0, 085	61, 00	5	2, 38
		1840,09	4	0, 019	....	..	...
		1840,10	4	0, 217	61, 53	4	1, 20
		1840,11	4	0, 161	60, 86	6	5, 64
	δ Trianguli.	1840,01	..	...	76, 74	6	11, 87
		1840,02	3	0, 094	76, 97	5	11, 62
		1840,03	4	0, 036	74, 74	4	22, 29
		1840,03	2	0, 056	76, 87	4	1, 38
		1840,06	4	0, 089	77, 64	4	1, 93
		1840,07	4	0, 116	78, 72	4	11, 70
		1840,08	4	0, 128	76, 08	6	9, 37
		1840,09	6	0, 097	78, 67	6	23, 48
	1 Camelopard.	1840,15	3	0, 049	307, 74	4	10, 57
		1840,15	4	0, 137	305, 52	5	6, 67
		1840,15	4	0, 097	306, 20	5	2, 13
		1840,16	4	0, 031	305, 16	5	6, 39
		1840,16	4	0, 150	306, 31	6	0, 85
		1840,16	4	0, 106	305, 30	6	4, 62
		1840,21	5	0, 077	307, 48	5	8, 77
	118 Tauri.	1840,07	4	0, 161	195, 42	4	2, 38
		1840,10	4	0, 130	194, 98	6	11, 99
		1840,11	4	0, 102	195, 81	6	2, 45
		1840,13	5	0, 063	196, 84	6	8, 94
		1840,14	4	0, 190	196, 75	5	4, 05
		1840,14	5	0, 033	197, 23	4	5, 68

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	ρ^2	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	ρ^2
λ Orionis.	1839,01	4", 617	3	0", 011	43°, 02	6	3°, 23
	1840,00	4 , 642	5	0 , 116	43 , 64	10	21 , 30
	1840,02	4 , 310	3	0 , 209	42 , 73	5	15 , 11
	1840,07	4 , 565	4	0 , 066	43 , 74	4	7 , 79
	1840,10	4 , 730	3	0 , 100	41 , 41	5	18 , 03
	1840,11	4 , 503	4	0 , 030	43 , 97	5	8 , 51
	1840,13	4 , 558	5	0 , 029	41 , 98	5	4 , 15
ζ Orionis.	1840,00	.. . .	..	.. . .	149 , 86	8	16 , 05
	1840,03	2 , 800	2	0 , 017	149 , 65	3	2 , 11
	1840,06	2 , 720	4	0 , 059	.. . .	..	.. . .
	1840,07	2 , 700	3	0 , 006	146 , 25	4	27 , 75
	1840,11	2 , 592	4	0 , 098	147 , 73	5	9 , 31
	1840,14	2 , 747	3	0 , 092	150 , 98	4	21 , 14
	1840,15	2 , 690	4	0 , 013	147 , 36	5	15 , 53
	1840,15	2 , 887	4	0 , 125	149 , 43	4	9 , 41
41 Aurigae.	1840,15	7 , 776	5	0 , 080	351 , 82	4	5 , 62
	1840,16	7 , 717	4	0 , 062	351 , 60	4	6 , 97
	1840,16	7 , 835	4	0 , 021	.. . .	..	.. . .
	1840,17	7 , 740	3	0 , 124	353 , 70	5	7 , 15
	1840,17	7 , 890	5	0 , 093	353 , 75	6	9 , 85
	1840,18	7 , 858	5	0 , 154	352 , 03	8	7 , 04
	1840,18	7 , 784	5	0 , 009	353 , 73	5	5 , 11
38 Geminor.	1840,10	5 , 825	4	0 , 022	170 , 35	5	7 , 14
	1840,13	5 , 802	5	0 , 012	170 , 26	5	5 , 07
	1840,14	5 , 840	4	0 , 031	170 , 78	4	2 , 20
	1840,14	5 , 800	3	0 , 032	171 , 15	4	0 , 91
	1840,15	5 , 836	5	0 , 149	172 , 88	5	15 , 62
	1840,15	5 , 786	4	0 , 199	170 , 54	5	17 , 55
20 Lyncis.	1840,15	14 , 767	4	0 , 110	253 , 17	4	0 , 15
	1840,16	14 , 867	4	0 , 069	253 , 12	6	1 , 52
	1840,16	14 , 907	4	0 , 030	253 , 47	5	1 , 10
	1840,17	14 , 878	5	0 , 041	252 , 53	4	2 , 94
	1840,18	14 , 962	4	0 , 072	253 , 39	7	0 , 81
	1840,21	14 , 980	5	0 , 057	253 , 47	7	3 , 46

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	ρ^2	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	ρ^2
α Geminorum.	1839,87*	4", 637	4	0", 030	253°, 74	5	6°, 17
	1839,87*	4", 596	4	0", 085	253", 06	5	13", 27
	1840,07	4", 660	4	0", 026	254", 77	4	0", 86
	1840,14	4", 852	4	0", 106	254", 40	5	4", 95
	1840,15	4", 782	4	0", 064	254", 42	5	1", 65
	1840,15*	4", 875	4	0", 148	253", 50	5	3", 85
	1840,16*	4", 590	4	0", 078	254", 01	5	2", 20
ζ Cancri. A en B.	1840,13	1", 340	4	0", 048	5", 20	5	12", 37
	1840,14	1", 397	3	0", 066	4", 73	5	17", 52
	1840,15	1", 205	4	0", 014	7", 96	5	20", 10
	1840,15	1", 207	3	0", 008	4", 94	6	32", 74
	1840,15	1", 197	3	0", 012	8", 52	5	41", 02
	1840,16	1", 177	3	0", 022	7", 92	5	27", 79
	1840,17	1", 183	3	0", 029	3", 38	4	31", 16
ζ Cancri. $\frac{A+B}{2}$ en C.	1840,15	5", 185	4	0", 041	149", 86	4	11", 37
	1840,15	5", 267	4	0", 102	149", 33	4	9", 23
	1840,15	5", 142	4	0", 053	149", 18	5	9", 03
	1840,16	4", 990	5	0", 098	148", 54	5	0", 91
	1840,16	5", 052	4	0", 092	147", 45	5	8", 70
	1840,16	5", 140	5	0", 016	147", 83	4	6", 50
	1840,17	5", 195	4	0", 058	147", 88	4	3", 84
2 φ Cancri.	1840,15	4", 632	5	0", 024	212", 68	5	2", 11
	1840,15	4", 650	4	0", 004	212", 08	5	6", 23
	1840,15	4", 557	4	0", 044	211", 78	5	7", 51
	1840,16	4", 695	4	0", 067	213", 12	5	2", 64
	1840,16	4", 615	4	0", 014	214", 80	6	16", 27
	1840,16	4", 666	5	0", 068	213", 17	6	3", 00
	1840,17	4", 710	4	0", 042	210", 85	5	18", 86
1 ν Cancri.	1840,15	5", 635	4	0", 095	37", 64	5	3", 19
	1840,15	5", 720	4	0", 079	38", 24	5	12", 75
	1840,16	5", 735	4	0", 163	36", 66	5	6", 59
	1840,16	5", 642	4	0", 053	38", 11	5	3", 73
	1840,16	5", 718	5	0", 031	36", 89	5	4", 66
	1840,17	5", 840	4	0", 096	36", 78	6	5", 82
	1840,17	5", 835	4	0", 053	37", 17	5	1", 30

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	$\int \delta^2$	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	$\int \delta^2$
γ Leonis.	1840,00*	2', 907	6	0', 081	106°, 92	8	9°, 96
	1840,16	3, 066	5	0, 178	107, 67	5	2, 90
	1840,18	2, 930	4	0, 052	108, 39	7	11, 91
	1840,18	2, 886	5	0, 066	106, 84	7	11, 91
	1840,20	2, 760	5	0, 164	108, 25	6	4, 03
ξ Urs. Maj.	1840,21	2, 824	5	0, 082	107, 91	5	7, 31
	1840,20	2, 115	4	0, 014	155, 26	5	46, 47
	1840,22	2, 108	6	0, 033	154, 38	7	35, 82
	1840,25	1, 957	4	0, 078	150, 67	6	17, 24
	1840,26	1, 994	5	0, 076	151, 78	5	2, 28
γ Virginis.	1840,27	2, 164	3	0, 029	150, 98	5	12, 78
	1840,27	2, 190	4	0, 057	150, 97	7	16, 18
	1840,28	2, 077	5	0, 011	151, 60	5	6, 09
	1840,20	1, 250	4	0, 013	210, 12	7	52, 79
	1840,22	1, 350	5	0, 020	209, 01	6	18, 24
ξ Urs. Maj.	1840,26	1, 237	3	0, 014	207, 57	6	4, 66
	1840,27	1, 166	5	0, 094	208, 07	7	21, 82
	1840,28	1, 390	3	0, 025	204, 42	5	69, 00
	1840,32	1, 420	4	0, 064	207, 55	6	15, 71
	1839,86*	14, 392	9	0, 160	146, 62	12	5, 55
π Bootis.	1839,93*	14, 260	6	0, 146	146, 87	10	3, 45
	1839,93*	14, 280	2	0, 004	...	...	...
	1839,94*	14, 269	7	0, 179	146, 90	8	2, 68
	1839,97*	...	...	...	146, 69	7	2, 61
	1839,99*	14, 328	9	0, 108	147, 12	12	2, 73
ξ Bootis.	1840,22	5, 710	5	0, 108	100, 04	6	3, 02
	1840,25	5, 834	5	0, 068	99, 64	6	0, 28
	1840,26	5, 880	5	0, 102	100, 29	6	5, 37
	1840,27	5, 776	5	0, 096	98, 46	6	6, 47
	1840,27	5, 830	4	0, 005	99, 15	6	1, 50
ξ Bootis.	1840,28	5, 872	4	0, 023	99, 35	6	1, 12
	1840,22	1, 107	4	0, 039	308, 50	8	21, 05
	1840,26	1, 230	3	0, 008	309, 22	5	14, 31
	1840,27	1, 172	4	0, 023	307, 03	4	4, 86
	1840,27	1, 240	3	0, 020	306, 83	3	3, 85
ξ Bootis.	1840,28	1, 198	5	0, 013	307, 33	6	21, 89
	1840,32	1, 190	5	0, 002	307, 52	6	3, 61
	1840,33	1, 277	4	0, 032	307, 04	5	8, 26

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	$\int e^2$	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	$\int e^2$
ϵ Bootis.	1839,99*	...	..	...	320°, 34	9	6°, 37
	1840,01*	2", 835	6	0", 077	...	..	...
	1840,01*	2, 864	8	0, 148	318, 69	9	22, 65
	1840,02*	2, 804	5	0, 056	...	..	...
	1840,08*	2, 752	4	0, 049	321, 67	4	32, 00
	1840,09*	2, 842	5	0, 063	318, 08	5	25, 34
	1840,11*	2, 682	5	0, 124	320, 69	7	13, 11
ζ Bootis.	1840,11*	...	..	...	321, 09	5	16, 24
	1840,22	6, 567	4	0, 117	324, 38	6	10, 12
	1840,25	6, 794	5	0, 103	325, 49	6	4, 11
	1840,26	6, 785	4	0, 168	326, 22	5	10, 11
	1840,27	6, 625	4	0, 083	325, 97	6	6, 12
	1840,27	6, 842	4	0, 183	323, 93	6	12, 41
	1840,28	6, 585	4	0, 096	324, 68	5	9, 04
ζ Coronae.	1840,22	5, 912	5	0, 117	300, 30	8	16, 75
	1840,25	5, 840	5	0, 024	302, 56	7	11, 47
	1840,26	5, 890	3	0, 036	301, 79	6	3, 47
	1840,27	5, 937	6	0, 065	302, 00	6	6, 45
	1840,27	5, 980	5	0, 080	300, 13	6	8, 09
	1840,28	5, 957	3	0, 007	301, 83	6	4, 31
α Herculis.	1840,02*	4, 845	4	0, 107	119, 78	8	9, 58
	1840,32	4, 675	6	0, 081	121, 33	7	6, 30
	1840,33	4, 768	5	0, 041	118, 96	5	13, 18
	1840,33	4, 613	6	0, 074	120, 90	9	4, 28
	1840,33	4, 632	5	0, 022	120, 59	8	2, 85
	1840,34	4, 653	6	0, 038	120, 62	6	2, 83
100 Hercul. p Ophiuchi.	1840,32	5, 977	3	0, 026	128, 89	6	5, 99
	1840,33	5, 898	6	0, 154	128, 25	8	3, 43
	1840,33	5, 912	5	0, 050	127, 34	7	6, 21
	1840,34	6, 117	4	0, 065	127, 42	7	5, 29
	1840,40	6, 147	4	0, 105	128, 16	7	6, 72
	1840,40	6, 034	5	0, 108	127, 80	6	5, 32
100 Hercul.	1840,32	13, 555	6	0, 102	183, 36	6	5, 32
	1840,33	13, 642	4	0, 144	183, 16	6	7, 63
	1840,33	13, 656	5	0, 076	183, 00	10	0, 99
	1840,33	13, 780	6	0, 058	183, 14	7	4, 22
	1840,34	13, 710	5	0, 114	183, 49	7	0, 99

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	δ^2	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	δ^2
ϵ Lyrae.	<u>1839.84</u>	3", 254	9	0", 281	24°, 23	9	6°, 90
	<u>1840.01*</u>	3, 460	8	0, 174	24, 34	8	6, 29
	<u>1840.02*</u>	3, 292	6	0, 058	23, 74	8	4, 56
	<u>1840.02*</u>	3, 343	6	0, 044	24, 06	8	4, 71
	<u>1840.08*</u>	3, 368	5	0, 017	22, 33	6	16, 18
5 Lyrae.	<u>1839.84</u>	2, 666	9	0, 091	151, 57	9	12, 00
	<u>1840.00*</u>	2, 650	4	0, 039	149, 10	8	36, 30
	<u>1840.01*</u>	2, 782	6	0, 040	151, 94	8	9, 48
	<u>1840.02*</u>	2, 622	5	0, 063	151, 13	7	5, 49
	<u>1840.03*</u>	...	...	...	152, 70	5	17, 38
	<u>1840.08*</u>	2, 867	4	0, 124	151, 55	6	13, 47
θ Serpentinis.	<u>1840.33</u>	21, 508	5	0, 157	104, 08	7	5, 38
	<u>1840.34</u>	21, 366	7	0, 177	104, 30	6	0, 97
	<u>1840.34</u>	21, 410	5	0, 030	104, 53	6	0, 55
	<u>1840.40</u>	21, 466	5	0, 058	104, 60	6	0, 80
	<u>1840.40</u>	21, 145	4	0, 260	104, 58	7	1, 88
β Cygni.	<u>1840.03</u>	34, 102	4	0, 127	55, 10	4	0, 35
	<u>1840.33</u>	34, 145	6	0, 127	55, 45	7	0, 83
	<u>1840.34</u>	34, 127	6	0, 189	55, 59	7	1, 48
	<u>1840.34</u>	34, 190	6	0, 123	55, 04	8	1, 91
	<u>1840.40</u>	34, 107	6	0, 112	55, 83	8	0, 80
π Aquilae.	<u>1840.33</u>	1, 770	4	0, 044	122, 33	6	7, 05
	<u>1840.40</u>	1, 598	5	0, 079	124, 10	6	13, 71
	<u>1840.40</u>	1, 652	5	0, 047	122, 69	5	3, 49
	<u>1840.40</u>	1, 692	4	0, 017	123, 19	5	23, 76
	<u>1840.40</u>	1, 725	4	0, 019	122, 87	5	10, 06
γ Delphini.	<u>1839.88</u>	12, 020	4	0, 032	...	...	...
	<u>1839.88</u>	12, 021	8	0, 134	...	...	...
	<u>1840.00</u>	12, 038	5	0, 136	273, 26	8	4, 27
	<u>1840.02</u>	11, 836	5	0, 138	273, 77	11	4, 87
	<u>1840.02*</u>	11, 815	4	0, 238	273, 42	4	0, 50
	<u>1840.03</u>	...	...	...	273, 25	4	1, 48
	<u>1840.03</u>	12, 044	4	0, 139	273, 67	4	0, 46
	<u>1840.03</u>	12, 042	4	0, 114	275, 42	4	13, 26

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	$\int e^2$	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	$\int e^2$
61 Cygni.	1840,02	16",077	4	0",169	96°,77	5	0°,71
	1840,03	16,082	4	0,042	96,60	5	2,38
	1840,03	15,862	4	0,122	97,62	4	1,20
	1840,03	15,907	4	0,049	97,37	4	0,70
	1840,08	16,160	4	0,136	97,10	4	0,98
	1840,09	16,000	5	0,126	97,16	5	0,41
	1840,09	....	..	....	97,22	6	2,23
β Cephei.	1840,02	13,407	3	0,117	249,61	5	7,66
	1840,03	13,532	4	0,161	250,50	5	2,43
	1840,03	....	..	....	250,57	4	2,38
	1840,10	13,664	5	0,063	251,81	6	6,03
	1840,11	13,615	4	0,044	250,60	5	1,09
	1840,14	13,694	5	0,080	251,00	6	3,60
	1840,15	13,470	3	0,070	251,80	5	7,15
	1840,15	13,680	2	0,055	251,40	5	2,53
ζ Aquarii.	1839,88	....	9	....	354,49	10	13,60
	1839,89	3,464	9	0,175	....	..	....
	1840,02	3,605	4	0,167	354,35	5	4,92
	1840,03	....	..	....	353,05	6	9,28
	1840,03	3,443	3	0,020	354,46	4	2,60
	1840,03	3,575	4	0,041	352,92	4	4,62
	1840,04	3,410	4	0,057	353,54	4	0,27
	1840,08	3,446	5	0,094	352,84	6	5,70

EINDUITKOMSTEN DER VOORGAANDE METINGEN.

STER.	Datum.	Afstand.	Aantal Metingen.	W	Stand- hoek.	Aantal Metingen.	W'
η Cassiopejae. . . .	1840,14	8",977	29	0",016	95°,81	37	0",018
ζ Piscium.	1840,00	23,338	29	0,026	63,86	46	0,020
γ Arietis.	1840,01	8,700	41	0,013	179,40	49	0,014
α Piscium.	1840,03	3,640	27	0,018	333,04	41	0,009
γ Andromed.	1840,07	10,302	27	0,022	61,60	32	0,021
ν Trianguli.	1840,05	3,481	27	0,020	77,07	39	0,010
1 Camelop.	1840,17	10,060	28	0,018	306,18	36	0,022
118 Tauri.	1840,13	5,050	26	0,022	196,13	31	0,012
λ Orionis.	1840,05	4,555	28	0,018	42,87	40	0,012
ζ Orionis.	1840,14	2,729	24	0,018	148,79	33	0,010
41 Aurigae.	1840,17	7,805	31	0,016	352,80	32	0,018
38 Geminor.	1840,13	5,816	25	0,018	171,00	28	0,019
20 Lynceis.	1840,17	14,896	26	0,016	253,24	33	0,016
α Geminor.	1840,06	4,713	28	0,018	253,96	34	0,009
ζ Cancr. A. B. . . .	1840,15	1,246	23	0,013	6,14	35	0,006
ζ Cancr. C.	1840,16	5,134	30	0,015	148,56	31	0,014
2 ϕ Cancr.	1840,16	4,647	30	0,011	212,71	37	0,011
1 ν Cancr.	1840,16	5,732	29	0,018	37,31	36	0,011
γ Leonis.	1840,15	2,895	30	0,018	107,63	38	0,006
ξ Urs. Maj.	1840,25	2,082	31	0,012	152,24	40	0,007
γ Virginis.	1840,26	1,302	24	0,013	207,94	37	0,006
ζ Urs. Maj.	1839,93	14,316	33	0,016	146,85	49	0,014
π Bootis.	1840,26	5,815	28	0,015	99,49	36	0,008
ζ Bootis.	1840,29	1,199	28	0,009	307,76	37	0,003
ϵ Bootis.	1840,05	2,805	33	0,015	319,96	39	0,009
ξ Bootis.	1840,26	6,703	25	0,026	325,09	34	0,017
ζ Coronae.	1840,26	5,920	26	0,014	301,46	39	0,013
α Herculis.	1840,28	4,688	32	0,013	120,44	43	0,008
p Ophiuchi.	1840,35	6,005	27	0,018	127,97	41	0,010
100 Herculis.	1840,33	13,670	26	0,018	183,21	36	0,017
5 Lyrae.	1839,99	3,342	34	0,015	23,82	39	0,007
ϵ Lyrae.	1839,99	2,709	28	0,015	151,00	43	0,008
θ Serpentis.	1840,36	21,387	26	0,022	104,41	32	0,025
β Cygni.	1840,29	34,136	28	0,020	55,31	34	0,028
π Aquilae.	1840,37	1,682	22	0,014	123,05	27	0,006
γ Delphini.	1840,03	11,977	34	0,016	273,73	35	0,020
61 Cygni.	1840,05	16,014	25	0,022	97,10	33	0,017
β Cephei.	1840,13	13,591	26	0,020	250,95	41	0,022
ζ Aquarii.	1840,01	3,486	29	0,017	353,69	39	0,007

WISKUNDIGE BEOORDEELING VAN DE WAARDE DER VOORGAANDE METINGEN.



De wiskundige beoordeeling van sterrekundige bepalingen, bestaat in het onderzoek van de fouten welke bij die bepalingen te vreezen zijn. Men moet hier echter een onderscheid maken, tusschen *toevallige* en *standvastige* fouten. De eerste hangen van veranderlijke storingen af, die of uit den waarnemer, of uit het werktuig, of uit de luchtgesteldheid hunnen oorsprong ontleenen, en nu eens in dezen, dan weder in genen zin werken, zoodat hun invloed grootendeels verdwijnt, wanneer men dezelfde bepaling dikwijls herhaalt, en uit al de verkregene uitkomsten het waarschijnlijkste midden neemt. De bekende *methode der kleinste quadraten* leert dan, hoe men uit de meerdere of mindere overeenstemming tusschen de verschillende uitkomsten, de grootheid bepalen kan, die men *waarschijnlijke fout* noemt, en die het bedrag der toevallige fouten doet beoordeelen. Het mikrometer-

meten of het volbrengen van sterrekundige waarnemingen, zoo als die thans geschieden, in het algemeen, is niet alleen een werk van handen en zintuigen, maar ook, en veel meer, een werk van den geest. Het is een oordeelen, bij hetwelk de waarnemer onbevooroordeeld wezen moet, hetgeen zelden, misschien nimmer volkomen het geval is. Bij moeilijke waarnemingen, vooral als die door ongunstige omstandigheden verzaard worden, oordeelt hij dikwijls verkeerd, want zijn oordeel is niet altijd hetzelfde. Wanneer, om dezelfde uitkomst te verkrijgen, op verschillende dagen, verschillende reeksen van bepalingen worden volbragt, dan zullen de bepalingen tot dezelfde reeks behorende, dikwijls beter met elkander instemmen, dan de verschillende reeksen onderling, zoodat daaruit het bestaan van twee soorten van toevallige fouten blijkt, namelijk van fouten die bij elke afzonderlijke bepaling veranderen, en van andere fouten, die bij dezelfde reeks standvastig zijn, maar bij eene andere reeks gewijzigd voorkomen. Bijaldien men dit verschil uit het oog verloor en niet in rekening bragt, dat elke reeks dezelfde uitkomst behoorde te geven, zoude men de methode der kleinste quadraten verkeerdelijk toepassen. De wijze op welke ik de waarschijnlijkste fouten der afzonderlijke metingen (zie bladz. 68) bepaald heb, bij welke elke afzonderlijke meting niet bij de uitkomst der reeks tot welke zij behoort, maar bij de uitkomst van al de verschillende reeksen te zamen genomen, vergeleken wordt, geeft de vereeniging van beide toevallige fouten, en alzoo de wezenlijke waarschijnlijkste fout die hier in aanmerking komen moet.

De standvastige fouten, wier bestaan mogelijk en maar al te dikwijls wezenlijk is, ontstaan uit storingen of gebreken, hetzij in den waarnemer, of in het werktuig, of in de wijze van waarnemen gelegen, die altoos in denzelfden zin werken. Deze fouten kunnen uit de waarnemingen op zich zelve niet afgeleid worden en zijn altijd moeilijk, dikwijls in het geheel niet, te bepalen. Beide soorten van fouten, toevallige en standvastige, eischen een afzonderlijk onderzoek, om welke reden die hier ook afzonderlijk behandeld worden.

1°. *Onderzoek der toevallige fouten.*

Uit de opgaven van welke de medegedeelde uitkomsten mijner metingen vergezeld gaan, valt het ligt, bij elke der dubbele sterren, de waarschijnlijke fout van elke afzonderlijke op haar volbragte meting te bepalen. De waarde der metingen is iets betrekkelijks, en dus moeten deze fouten bij die vergeleken worden, aan welke de metingen van anderen onderworpen zijn; en bij voorkeur moet men daartoe de beste reeds bekende metingen aanwenden. De wereldberoemde metingen die STRUVE te *Dorpat* met den mikrometer volbragt heeft, hebben zich door zeer talrijke waarnemingen als de volkomenste in hare soort doen kennen, en bieden dus een geschikt punt van vergelijking, eene geschikte maatstaf aan. Bij het zoo buitengewoon groot verschil in hulpmiddelen en omstandigheden, zoude men vermoeden, dat mijne metingen in scherpte bij die van STRUVE ver ten achter moeten staan, maar het onderzoek bewees mij het tegendeel, zoodat ik

ook eene vergelijking durfde wagen tusschen mijne metingen en die welke BESSEL met den Heliometer heeft volbragt, een werktuig dat metingen van eene nog hoogere juistheid dan de kijker te *Dorpat* heeft opgeleverd, welks gebruik van nature veel ligter en zekerder dan de mikrometer is, maar welks aanschaffing bij ons, door zijne hooge kostbaarheid niet werd toegelaten. BESSEL heeft in de *Astron. Nachr.* N°. 240, de einduitkomsten zijner metingen met hunne middelbare fouten en het aantal metingen waarop zij berusten, medegedeeld, zoodat men alles kent wat men behoeft om de waarschijnlijke fout van elke meting, bij elke der dubbele sterren te berekenen. STRUVE heeft de vereischten voor eene dergelijke bepaling, betreffende zijne meting der dubbele sterren die hier uitsluitend in aanmerking komen, niet volledig bekend gemaakt, maar de waarschijnlijke fouten zijner metingen in het algemeen, uit een ontzettend groot aantal waarnemingen afgeleid, en daarvan in de *Mens. Microm.* pag. LVIII, eene lijst gegeven. De naauwkeurigheid der metingen neemt af, naar mate de sterren, wier onderlinge stand gemeten wordt, verder van elkander staan. Noemen wij de waarschijnlijke fout van de uitkomst door STRUVE op elken nacht voor den afstand verkregen w , hetzelfde voor den standhoek reeds tot ruimtesecunden herleid w' , dan heeft men, naar STRUVE:

Middelbare afstand der sterren.	w	w'
0",7	0",074	0",031
1,5	0,086	0,048
3,1	0,099	0,061

<i>Middelbare afstand der sterren.</i>	<i>w</i>	<i>w'</i>
5 ,6	0 ,116	0 ,080
9 ,8	0 ,127	0 ,088
13 ,9	0 ,127	0 ,097
19 ,4	0 ,145	0 ,103
28 ,2	0 ,156	0 ,120

Maar deze waarschijnlijke fouten gelden voor de uitkomst elken nacht voor eene bepaalde ster verkregen, niet voor elke afzonderlijke meting, zoodat men die, om alles tot dezelfde maat te brengen, nog eene herleiding moet laten ondergaan, voor welke men het aantal metingen op hetwelk elke uitkomst berust, behoort te kennen. Dit aantal is door STRUVE niet opgegeven; intusschen is het klaar dat elke afstand op niet minder dan ééne dubbele meting kan berusten, en STRUVE zelf zegt, dat hij voor den standhoek nooit minder dan twee metingen volbragt (*Mens. Micr.* pag. XIX). Uit de *Mens. Micr.* pag. XLI en LVI blijkt dat het getal afzonderlijke metingen elken nacht verkregen, dikwijls veel aanzienlijker was, zoodat wij, stellende dat elke afstand op slechts ééne dubbele meting en elke standhoek op slechts twee metingen berust, getallen verkrijgen die zeker kleiner zijn, dan de waarschijnlijke fouten der afzonderlijke metingen bij STRUVE. Wij zullen deze getallen *w* en *w'* noemen, en om een niet onbelangrijk voordeel aan de zijde van STRUVE te stellen, die als de waarschijnlijke fouten zijner afzonderlijke metingen beschouwen. Men vindt dan:

<i>Middelbare afstand.</i>	<i>w</i>	<i>w'</i>
0" ,7	0" ,074	0" ,044
1 ,5	0 ,086	0 ,068

6 *

<i>Middelbare afstand.</i>	<i>w</i>	<i>w'</i>
3 ,1	0 ,099	0 ,086
5 ,6	0 ,116	0 ,113
9 ,8	0 ,127	0 ,124
13 ,9	0 ,127	0 ,137
19 ,4	0 ,145	0 ,145
28 ,2	0 ,156	0 ,169

Uit den afstand der hemellichten bij elke der door mij gemeten dubbele sterren, heb ik naar aanleiding van dit tafeltje de waarschijnlijke fouten bepaald, in elke van derzelve afzonderlijke meting bij STRUVE te vreezen. Zoo is de volgende tafel ontstaan, in welke *w* en *w'* de waarschijnlijke fout van elke meting beteekenen, bij elke der dubbele sterren, voor afstand en standhoek, door de verschillende waarnemers, volbragt. Opzettelijk heb ik daarbij de sterrenparen niet naar hare regte klimming, maar naar den afstand der hemellichten uit welke zij bestaan, gerangschikt.

STER.	Astand.	10			10'		
		BESSEL.	STAUVE.	KAISER.	BESSEL.	STAUVE.	KAISER.
ζ Bootis.	1", 2	0", 087	0", 082	0", 047	0", 080	0", 059	0", 020
ζ Cancrī A. B. . . .	1, 2	0, 085	0, 082	0, 063	0, 085	0, 059	0, 036
γ Virginis.	1, 3	0, 057	0, 083	0, 066	0, 037	0, 062	0, 034
π Aquilae.	1, 7	0, 034	0, 088	0, 066	0, 044	0, 072	0, 028
ξ Urs. Maj.	2, 1	0, 095	0, 091	0, 067	0, 102	0, 075	0, 045
5 Lyrae.	2, 7	0, 040	0, 096	0, 078	0, 068	0, 081	0, 046
ζ Orionis.	2, 7	0, 089	0, 096	0, 089	0, 139	0, 081	0, 056
ε Bootis.	2, 8	0, 071	0, 097	0, 086	0, 141	0, 081	0, 056
γ Leonis.	2, 9	0, 089	0, 097	0, 101	0, 037	0, 084	0, 038
ε Lyrae.	3, 3	0, 094	0, 100	0, 089	0, 036	0, 088	0, 042
ι Trianguli.	3, 5	0, 106	0, 102	0, 104	0, 061	0, 090	0, 063
α Aquarii.	3, 5	0, 095	0, 102	0, 094	0, 059	0, 090	0, 041
α Piscium.	3, 6	0, 049	0, 102	0, 092	0, 109	0, 091	0, 055
λ Orionis.	4, 6	0, 093	0, 109	0, 097	0, 084	0, 102	0, 076
2 φ Cancrī.	4, 6	0, 079	0, 109	0, 063	0, 068	0, 102	0, 066
α Herculis.	4, 7	0, 110	0, 110	0, 073	0, 067	0, 103	0, 052
α Geminorum. . . .	4, 7	0, 061	0, 110	0, 095	0, 089	0, 103	0, 055
118 Tauri.	5, 0	0, 103	0, 112	0, 111	0, 041	0, 107	0, 065
ζ Cancrī C.	5, 1	0, 069	0, 112	0, 085	0, 104	0, 109	0, 077
1 γ Cancrī.	5, 7	0, 033	0, 116	0, 096	0, 066	0, 113	0, 069
π Bootis.	5, 8	0, 118	0, 116	0, 082	0, 079	0, 113	0, 049
38 Geminorum. . . .	5, 8	0, 059	0, 117	0, 092	0, 032	0, 114	0, 092
ζ Coronae.	5, 9	0, 083	0, 117	0, 076	0, 068	0, 114	0, 080
p Ophiuchi.	6, 0	0, 086	0, 117	0, 093	0, 073	0, 114	0, 064
ξ Bootis.	6, 7	0, 054	0, 119	0, 110	0, 032	0, 116	0, 099
41 Aurigae.	7, 8	0, 049	0, 122	0, 091	0, 079	0, 119	0, 106
γ Arietis.	8, 7	0, 127	0, 124	0, 083	0, 141	0, 121	0, 098
η Cassiopejæ. . . .	9, 0	0, 065	0, 125	0, 087	0, 193	0, 122	0, 109
ι Camelopardali. . .	10, 1	0, 103	0, 127	0, 104	0, 082	0, 125	0, 132
γ Andromedæ. . . .	10, 3	0, 105	0, 127	0, 116	0, 117	0, 125	0, 121
γ Delphini.	12, 0	0, 095	0, 127	0, 090	0, 117	0, 131	0, 119
β Cephei.	13, 6	0, 080	0, 127	0, 104	0, 180	0, 136	0, 146
100 Herculis. . . .	13, 7	0, 133	0, 127	0, 095	0, 085	0, 136	0, 103
ζ Ursæ Maj.	14, 3	0, 155	0, 128	0, 092	0, 143	0, 138	0, 100
20 Lyncis.	14, 9	0, 107	0, 130	0, 082	0, 079	0, 139	0, 096
61 Cygni.	16, 0	0, 161	0, 134	0, 110	0, 076	0, 140	0, 098
θ Serpentis.	21, 4	0, 160	0, 147	0, 111	0, 102	0, 150	0, 140
ζ Piscium.	23, 3	0, 148	0, 150	0, 143	0, 106	0, 156	0, 139
β Cygni.	34, 1	0, 286	0, 163	0, 106	0, 174	0, 185	0, 161

Eene oppervlakkige beschouwing dezer tafel, is toe-reikende om intezien, dat de scherpte der metingen te *Leiden* die der metingen van STRUVE te boven gaat. Om de betrekkelijke waarde der verschillende metingen naauwkeurig uit te drukken, moet men de waarschijnlijke fout van elke willekeurige afzonderlijke meting kennen, die bij gebrek aan de noodige opgaven bij STRUVE niet volkomen bepaald kan worden. In de veronderstelling dat op elke ster even veel metingen zijn volbragt, en dat het aantal metingen zeer groot is in vergelijking van het aantal sterren, vindt men die waarschijnlijke fout door al de getallen van elke kolom der voorgaande tafel, tot de tweede magt te verheffen, de som van die tweede magten door het aantal sterren te deelen, en uit het quotient den wortel te trekken. Men vindt dan de volgende waarschijnlijke fouten in elke willekeurige meting te vreezen:

	BESSEL.	STRUVE.	KAISER.
w , voor de afstanden	0",10527	0",11530	0",0925
Betrekkelijke waarde	0 ,776	0 ,647	1 ,000
w' , voor de standhoeken	0",09787	0 ,11225	0 ,08659
Betrekkelijke waarde	0 ,776	0 ,594	1 ,000

Volgens deze tafel zouden voor de afstanden reeds 65 metingen te *Leiden* dezelfde juistheid als 100 metingen te *Dorpat*, en voor de standhoeken 59 metingen te *Leiden* dezelfde juistheid als 100 metingen te *Dorpat* geven; neemt men hierbij, het voordeel aan de zijde der metingen te *Dorpat* in aanmerking (bladz. 83), dan blijkt het dat de scherpte der metingen te *Leiden*, op omtrent twee malen zoo hoog als van die te *Dorpat* geschat kan worden.

Voor de verhouding tusschen de metingen te *Königsberg* en te *Leiden*, kan de bekende naauwkeurige formule $w = 0,6745 \sqrt{\frac{fe^2}{n-v}}$, waarin n het aantal der metingen, v dat der sterren beteekent, aangewend worden, omdat daartoe de noodige opgaven voorhanden zijn. Berekent men uit de middelbare fouten en de aantalen der metingen bij *BESSEL*, de som van de tweede magten der fouten, dan vindt men daaruit:

	BESSEL	KAISER
w , voor der afstanden	0",10767	0",09376
Betrekkelijke waarde	0,758	1,000
w' , voor der standhoeken	0,09757	0,09040
Betrekkelijke waarde	0,858	1,000

Deze langwijdige berekeningen geven alzoo de zonderlinge en verrassende uitkomst, dat de mikrometer-metingen te *Leiden* althans geene mindere scherppte dan de heliometer-metingen van *Königsberg* bezitten.

2°. *Onderzoek der standvastige fouten.*

De geringe waarschijnlijkke fouten der metingen te *Leiden* pleiten zeer ter harer gunste, maar sluiten de mogelijkheid van belangrijke standvastige fouten niet uit, die nog een streng onderzoek verdienen. Aan dit onderzoek kan echter geene geheele volkomenheid gegeven worden, want men kent de uitkomsten, tot welke de metingen moeten leiden, niet van elders, en er blijft niet anders over, dan de vergelijking met de uitkomsten door anderen verkregen, die zelve aan standvastige fouten onderworpen kunnen zijn. De uit-

komsten der metingen door verschillende sterrekundigen ondernomen, wijken inderdaad alle aanmerkelijk van elkander af, en zelfs bestaan er zeer belangrijke en geheel onverklaarde standvastige verschillen, tusschen de zoo naauwkeurige metingen van STRUVE en BESSEL, die het onzeker maken waaraan men zich te houden heeft. Het is hier het natuurlijkste zich te houden aan de metingen van STRUVE, als de volkomenste die met den mikrometer zelven volbragt zijn, en wanneer er zich geene grootere afwijkingen tusschen zijne en mijne metingen openbaren, dan die tusschen de beste reeds bekende metingen bestaan, dan zijn er ook geene redenen om in dit opzigt de metingen te *Leiden* eene mindere waarde toe te kennen. Doch ook tegen deze vergelijking verzetten zich groote moeilijkheden. Het is gemiddeld reeds acht jaren geleden, sedert dat STRUVE, de hier voorkomende dubbele sterren gemeten heeft, en de betrekkelijke ligging der hemellichten uit welke zij bestaan, ondergaat allerlei veranderingen, die het hoofddoel der metingen uitmaken en nog niet volkomen bepaald zijn; zoodat de herleiding der metingen van STRUVE, tot het tijdperk waarop de mijne hebben plaats gehad, onzeker en somtijds geheel onuitvoerbaar is. Mijne metingen zijn dus meer geschikt om de bewegingen te bepalen, dan wel om, door derzelve behulp, met de metingen van STRUVE vergeleken te worden; maar het niet onbelangrijke aantal der gemeten sterren, veroorlooft echter, bij eene zorgvuldige overweging der reeds bestaande metingen, eene groote toenadering tot de waarheid. Sommige der dubbele sterren worden door STRUVE als onveranderlijk beschouwd en bij deze is de beweging zeker zeer gering,

zoodat hare metingen onmiddelijk met elkander vergeleken kunnen worden, terwijl de invloed van de vrij willekeurige stelling, dat zij in tien jaren geene de minste verandering ondergingen, uit het midden der uitkomsten grootendeels verdwijnen moet. Deze sterren geven in de vergelijking de meeste zekerheid. Zij zijn 16 in getal, en wel ζ *Boötis*, π *Aq.*, ϵ *Bootis*, ι *Triang.*, α *Pisc.*, 2 ϕ *Cancr.*, α *Herc.*, 118 *Tauri*, π *Bootis*, γ *Arietis*, 1 *Cam.*, γ *Andr.*, γ *Delph.*, 100 *Herc.*, ζ *Urs. Maj.*, en θ *Serpentis*. Bij 5 andere dubbele sterren moet de beweging, volgens de metingen van STRUVE zeer gering zijn, en kon ik niet beter doen, dan ook die als nul te beschouwen. Deze zijn 1 ν *Cancr.*, 41 *Aurigae*, β *Cephei*, ζ *Piscium*, en β *Cygni*, bij welke vooral de drie laatste, eene slechts zeer geringe zekerheid geven. Bij andere is de beweging uit de metingen van STRUVE afgeleid, indien dit eene redelijke juistheid beloofde. Deze zijn 6 in getal namelijk ζ *Orionis*, γ *Leonis*, ζ *Aquarii*, ξ *Bootis*, η *Cassiope.*, en 61 *Cygni*. Bij ζ *Coronae* is de verandering in den afstand nul gesteld, terwijl de verandering in den standhoek zich uit de metingen van STRUVE ten naasten bij bepalen liet. Bij 20 *Lyncis* liet zich de verandering in den afstand schatten, terwijl die in den standhoek als nul beschouwd moet worden. Bij ζ *Cancr.* A en B en bij 38 *Gemin.* liet de verandering in den standhoek zich niet met eenige zekerheid bepalen. Bij 4 sterrenparen, namelijk bij γ *Virg.*, ξ *Urs. Maj.*, α *Gemin.* en p . *Ophiuchi* zijn voor de herleiding, de door MÄDLER berekende loopbanen te baat genomen, en bij drie andere, namelijk bij 5 *Lyræ*, ϵ *Lyræ* en λ *Orionis*, liet zich

niets omtrent het bedrag der beweging bepalen, zoodat die sterren geheel moesten uitgesloten worden. De metingen op de verwijderde ster bij ζ *Cancri*, is om eene andere reden uitgesloten. Deze ster is de eenige die eene belangrijke afwijking vertoont, welke misschien hierin haren grond heeft, dat ik de verwijderde ster onmiddellijk tot het midden der twee andere heb herleid. Om zoo onbevooroordeeld mogelijk te kunnen arbeiden, heb ik het onderzoek niet willen aanvangen alvorens de geheele reeks van metingen gesloten was, en daardoor heb ik die afwijking te laat ontdekt, om haar op dit oogenblik te kunnen verklaren, hetgeen later geene zwaarigheid zal opleveren.

Dit onderzoek was vrij langwijllig, en zijne volledige vermelding zoude eene te groote ruimte innemen, zoodat ik mij bij de vermelding der uitkomsten bepalen moet. De volgende tafel geeft de grootheden, welke bij mijne uitkomsten gevoegd moeten worden, om die van STRUVE te verkrijgen, waaronder echter de onzekerheden, die de beweging der sterren overlieten, begrepen zijn. De sterrenparen zijn weder naar de afstanden gerangschikt en in de tweede kolom voor de standhoeken, zijn de verschillen tot deelen van ruimte-seconden herleid.

STERREN.	Afstand.	Verschillen	
		der Afstanden.	der Standhoeken.
ζ Bootis. . . .	1",2	- 0",010	+ 1",41
ξ Canc. A. B. .	1,2	- 0,056	+ 0",030
γ Virgin. . . .	1,3	- 0,001	+ 0,140
π Aquil. . . .	1,6	- 0,180	- 0,064
ε Urs. M. . . .	2,1	+ 0,153	+ 0,043
ξ Orionis. . .	2,7	- 0,103	+ 0,087
ε Bootis. . . .	2,8	- 0,170	+ 0,031
γ Leonis. . . .	2,9	- 0,256	- 0,031
ι Triang. . . .	3,5	+ 0,133	+ 0,130
ζ Aquar. . . .	3,5	- 0,172	- 0,180
α Piscium. . .	3,6	- 0,004	+ 0,169
2 ♀ Cancri. .	4,6	- 0,084	- 0,054
α Hercul. . .	4,7	- 0,040	- 0,161
α Gemin. . . .	4,7	+ 0,100	- 0,095
118 Tauri. . .	5,0	- 0,166	+ 0,057
1 ♀ Cancri. .	5,7	+ 0,106	- 0,004
π Bootis. . . .	5,8	+ 0,016	- 0,029
38 Gemin. . .	5,8	- 0,080	.. . .
ζ Coronae. . .	5,9	+ 0,082	- 0,053
p Ophiuch. . .	6,0	+ 0,243	- 0,391
ε Bootis. . . .	6,7	+ 0,233	+ 0,127
41 Aurigae. .	7,8	+ 0,192	+ 0,044
γ Arietis. . .	8,7	- 0,069	+ 0,088
η Cassiop. . .	9,0	+ 0,140	- 0,024
1 Camelop. . .	10,1	+ 0,073	+ 0,157
γ Androm. . .	10,3	+ 0,030	+ 0,151
γ Delph. . . .	12,0	- 0,034	+ 0,006
β Cephei. . .	13,6	- 0,017	- 0,218
100 Hercul. .	13,7	+ 0,177	- 0,074
ξ Urs. Maj. .	14,3	+ 0,052	+ 0,187
20 Lyncis. . .	14,9	- 0,190	+ 0,004
61 Cygni. . .	16,0	+ 0,262	- 0,084
θ Serpent. . .	21,7	+ 0,260	- 0,216
ξ Piscium. . .	23,3	+ 0,118	- 0,057
ρ Cygni. . . .	34,3	+ 0,159	+ 0,251

De eerste blik op deze tafel doet reeds inzien dat de metingen te *Leiden*, veel beter met die van STRUVE instemmen, dan al de overigen mikrometer-metingen welke met deze zijn vergeleken geworden. Bijzondere oplettenheid verdienen de afstanden, daar die het meeste onderzocht zijn en het meeste aan standvastige fouten onderhevig schijnen. Neemt men het midden uit al de getallen der derde kolom, dan blijkt het dat mijne uitkomsten door elkander, de niets beteekenende grootheid $0'',026$ kleiner zijn dan die van STRUVE, terwijl het waarschijnlijk verschil tusschen de uitkomsten voor dezelfde ster, door STRUVE en door mij verkregen, de onzekerheid der veranderingen in acht jaren daaronder begrepen, $0'',096$ bedraagt. Gebruikt men voor deze bepaling alleen de zestien sterrenparen die STRUVE als onveranderlijk beschouwt, en die eene grootere zekerheid beloven, dan vindt men mijne metingen door elkander $0'',002$ grooter dan die van STRUVE, dat is aan deze volmaakt gelijk, en het waarschijnlijk verschil voor elke ster $0'',089$. Niet onbelangrijk is het deze uitkomst te stellen, nevens de vergelijking der metingen van STRUVE met die van andere sterkundigen, op bladz. CXXXVIII der *Mens. Microm.* voorkomende. Noemen wij, met STRUVE, de uitkomsten door HERSCHEL en SOUTH bij hunne eerste reeks van metingen verkregen (bladz. 7.) *Sh*, de uitkomsten der metingen van SOUTH (bladz. 8.) *S*, die der eerste reeks van HERSCHEL *h*, die van zijne tweede reeks (blad 14) *h'*, die der metingen van DAWES (bladz. 14) *D*, de uitkomsten der Heliometer-metingen van BESSEL *B*, die der metingen van STRUVE zelven *Σ* en die van mijne metingen *K*. Noe-

men wij verder, het waarschijnlijk verschil dat tusschen de bepalingen voor elke ster door STRUVE en eenen der andere waarnemers verkregen, overblijft, wanneer beide bepalingen zoo veel nader bij elkander zijn gebragt, als het gemiddelde verschil bedraagt, ν , dan heeft men, naar bladz. CXXXVII der *Mens. Microm.*

$$\Sigma = Sh - 0'',588 \quad \nu = 0'',347$$

$$\Sigma = S - 0,428 \quad \nu = 0,260$$

$$\Sigma = h - 0,312 \quad \nu = 0,313$$

$$\Sigma = D - 0,196 \quad \nu = 0,127$$

$$\Sigma = h' - 0,128 \quad \nu = 0,207$$

$$\Sigma = B - 0,188 \quad \nu = 0,082$$

het midden uit al de gemeten sterrenparen gaf

$$\Sigma = K + 0'',026 \quad \nu = 0'',096$$

en het midden uit het zestiental onveranderlijke sterrenparen

$$\Sigma = K - 0'',002 \quad \nu = 0'',089$$

Bij andere reeksen van metingen, die met de metingen van STRUVE vergeleken zijn, hangen de verschillen, naar eene zonderlinge en bijna algemeene wet, van de afstanden tusschen de gemeten hemellichten af. Zoo heeft men b. v. bij de eerste reeks van HERSCHEL.

Gemiddelde afstand der hemellichten.	$\Sigma - h$
1'',46	+ 0'',037
3,03	- 0,361
5,76	- 0,607
11,24	- 0,406
24,18	- 0,079

Zeer opmerkelijk is het, dat eene wet van *dezelfde natuur*, bij de metingen te *Leiden* volstrekt niet te ontdekken is. Verdeelt men de sterren in drie groepen, dan heeft men:

Gemiddelde afstand	$\Sigma - K$
2",40	— 0",060 uit 11 sterrenparen.
5 ,36	+ 0 ,020 » 9 »
11 ,42	+ 0 ,072 » 12 »

waarbij alleen drie sterrenparen van grootere afstanden overblijven, wier vergelijking zeer onzeker is. Hieruit zoude het kunnen schijnen dat de afstanden beneden de 5", door STRUVE iets grooter, de overigen iets kleiner, dan door mij gemeten worden, maar om verschillende redenen ben ik ver van deze wet als bewezen aantenemen, en zie ik in deze vergelijking niets anders met volkomene zekerheid, dan dat tusschen STRUVE en mij, geene dan zeer geringe standvastige verschillen bestaan.

Ik mag het volstrekt niet onopgemerkt laten dat de ongunstige luchtgesteldheden onder welke ik gewoonlijk gemeten heb, zeer ligt standvastige verschillen konden teweegbrengen, die onder betere omstandigheden wegvallen, en dit schijnt ook te blijken in de vier sterrenparen, voor welke het verschil het grootste is, *p Oph.*, ξ *Boot.*, 61 *Cygni* en θ *Serpentis*, die voornamelijk het bestaan van een klein standvastig verschil zouden doen vermoeden en die juist alle doorgaande in de allerongunstigste omstandigheden gemeten zijn. Dat de uitkomsten gedeeltelijk van de luchtgesteldheid afhangen, is reeds voor

eenigen tijd door LAMONT opgemerkt. Ik moet mij daarom nu te vreden stellen met boven twijfel te verheffen, dat mijne metingen veel nader dan men van zulke geringe hulpmiddelen had kunnen hopen, met die van STRUVE instemmen, aan toekomstige metingen, onder goede omstandigheden volbragt, de volkomene bepaling overlatende der mogelijke kleine verschillen tusschen STRUVE en mij, die waarschijnlijk onmerkbaar bevonden zullen worden.

Het strekt mij tot vreugde, dat mijne allereerste proeven, zich in alle opzigten veel juister aan de metingen van STRUVE aansluiten, dan de jongste metingen van HERSCHEL, met een werktuig van dezelfde grootte volbragt, toen hem reeds eene veeljarige oefening in dat werk was te beurt gevallen. Ik ben dit zeker grootendeels aan de betere inrigting des kijkers en de volkomenheid des mikrometers verschuldigd en mag met blijdschap en vertrouwen den arbeid te gemeet treden die ik mij nu heb voorgenomen, namelijk, *de meting der voornaamste dubbele sterren, die zich door eene sterke betrekkelijke beweging onderscheiden*. Het is mijn voornemen bij dien arbeid de geheel ongunstige omstandigheden uittesluiten, zoodat het uitzigt mij streelt, daarbij in allen opzigte eene juistheid te zullen bereiken, die tot heden niet is overtroffen.

PROEVEN VAN UITBREIDING DER MIKRO- METER-METINGEN OP GROOTERE AFSTANDEN.

De hooge voortreffelijkheid van den Heliometer boven den met mikrometer gewapenden kijker, ligt hoofdzakelijk in zijne geschiktheid, om zonder verlies in juistheid, de metingen over veel grootere ruimten uit te breiden. De metingen met den mikrometer worden moeilijker naar mate de afstand der hemellichten grooter is, en weldra worden zij onmogelijk, terwijl de metingen met den Heliometer veel verder kunnen worden uitgestrekt, en voor alle afstanden omtrent dezelfde ligtheid en zekerheid behouden. Zoo kan BESSEL met zijnen Heliometer afstanden meten, die meer dan eenen halven graad bedragen, terwijl STRUVE het met zijnen mikrometer, niet verder dan tot op hoogstens 7 minuten brengen kon, en dan geene zeer groote juistheid meer bereikte. De ruimte die men met den mikrometer omvatten kan, wordt natuurlijk door de grootte van het gezigtsveld bedongen,

daar men beide hemellichten gelijktijdig in het veld des kijkers moet kunnen zien, en naar mate de oogbuizen een grooter veld bezitten is hare vergrooting minder, zoodat de vergrooting weldra te gering wordt, om eene groote juistheid toetelaten. Bedient men zich, gelijk STRUVE, van niet achromatische oogglazen, dan kan men het gezichtsveld niet eens in zijne volle uitgestrektheid gebruiken, maar moet men zich bij afstanden bepalen, die den straal van het gezichtsveld niet overschrijden. Reeds vóór de aankomst des mikrometers alhier, heb ik daarom met den Heer MERZ te *München*, over achromatische oogbuizen onderhandeld, maar ik kon Zijn Ed. tot hare vervaardiging niet bewegen, zoodat ik mijne toevlugt heb genomen tot den uitstekenden Mechanicus, den Heer DUWE te *Berlijn*, die twee zeer schoone achromatische oogbuizen voor den mikrometer alhier vervaardigd heeft, van welke reeds op bladz. 44 melding is gemaakt. De uitwendige vorm dezer oogbuizen moest hier veranderd worden, om ze aan den mikrometer te kunnen toevoegen, en dit geschiedde op eene onvolkomene wijze, waardoor haar gebruik lastig en tijdroovend geworden is. Intusschen bezitten zij bij eene aanzienlijke vergrooting, een aanzienlijk veld, dat zich in zijne volle uitgestrektheid gebruiken laat, ofschoon de waarnemingen dan zeer zwaar worden en eene zeer groote inspanning eischen. Het is mij dan ook gelukt de megen over veel grootere afstanden uittebreiden dan dit voor STRUVE mogelijk was, en daarbij eene hoogere juistheid te bereiken dan die STRUVE bij aanmerkelijk kleinere afstanden te beurt viel. Grootendeels moet dit aan de oculairen van DUWE worden toegeschreven,

die bij eene uitgaaf van weinige guldens, den mikrometer tot onderzoekingen hebben geschikt gemaakt, die tot heden slechts met den zoo kostbaren heliometer volbragt konden worden.

De metingen op grootere afstanden zijn in allen opzichte veel moeilijker dan die op kleinere, en talrijke voorzorgen, die bij de dubbele sterren niet in aanmerking komen, baren hier de groote moeilijkheid. Men moet dan de waarde der schroefdeelen en den invloed dien de warmte daarop uitoefent, met de hoogstmogelijke juistheid kennen, en neemt men in aanmerking hoeveel tijd en zorg STRUVE en BESSEL aan deze bepalingen hebben te koste gelegd, dan zal men ook ligt beseffen dat zij hier nog niet geheel ten einde gebragt kunnen zijn. Eerstelijk heb ik de waarde der schroefdeelen, naar de bekende methode van GAUSS, door middel van den kleinen vertikaalcirkel van het universaal instrument willen bepalen, maar de kleine afmetingen van het cirkeltje en vooral de enge ruimte in het vertrekje waar de kijker is geplaatst, dwong mij den doorgang van sterren door het veld des kijkers te verkiezen. Om de draden daarbij op eenen zoo groot mogelijken afstand te kunnen stellen, heb ik eene nieuwe oogbuis uit München ontvangen (bladz. 44) die 60 malen vergroot en door welke de draden nog redelijk zuiver gezien kunnen worden, wanneer zij zoo ver van elkander verwijderd zijn, als 40 omwentelingen der schroef bedragen. In de oogbuis van DUWE die 210 malen vergroot, ziet men de draden nog volkomen zuiver, als zij op eenen afstand van elkander verwijderd zijn, die 24 omwentelingen der schroef bedraagt, zoodat

deze buis zich nog beter voor die bepaling gebruiken liet. Ik heb de bepalingen over verschillende deelen der schroef gebragt, wier geheele lengte 70 harer omwentelingen of afstanden harer draden bedraagt, en de volgende waarden voor elke omwenteling gevonden, die wij in het vervolg r zullen noemen.

Uit 37 metingen met het universaal instrument, over een deel uit het midden der schroef, dat 44 omwentelingen bevat. $r = 26'', 2122 \text{ Th. } 35^{\circ}, 4 \text{ F.}$

Uit 174 doorgangen van sterren, met de nieuwe buis uit *München*, over een deel uit het midden der schroef, dat 40 omwentelingen bevat. $r = 26'', 2015 \text{ Th. } 56^{\circ}, 5$

Uit 94 doorgangen van sterren, met de oogbuis van DUWE, over een deel van 24 omwentelingen, genomen op de regter helft der schroef. $r = 26'', 2094 \text{ Th. } 60^{\circ}, 1$

Uit 102 doorgangen van sterren, met dezelfde oogbuis, over een even groot deel der schroef, maar op hare linker helft genomen. $r = 26'', 2223 \text{ Th. } 55^{\circ}, 2$

Het waarschijnlijkste midden geeft. $r = 26'', 2095$
 bij eenen thermometer-stand van $55^{\circ}, 2 \text{ F.}$

Uit deze bepalingen blijkt de hooge volkomenheid der mikrometer-schroef, want de kleine verschillen

tusschen de uitkomsten, laten zich volstrekt niet uit eenige ongelijkheid in de omgangen harer schroefdraden verklaren. Voor de dubbele sterren is de bovenstaande bepaling geheel voldoende, maar voor afstanden van 10' en daar boven, kan men wenschen de grootheid r op een duizendste deel eener secunde met zekerheid bepaald te zien, en ik geloof dat die nauwkeurigheid inderdaad bereikt kan worden, maar alleen langs eenen weg, dien ik tot heden, bij gebrek aan middelen, niet volgen kon. Hetzelfde geldt ook van den invloed der temperatuur op de waarde der schroefdeelen, maar voor het oogblik wekken deze bepalingen geen bijzonder belang (1).

Wanneer de hemellichten verscheidene minuten van elkander verwijderd zijn, wordt de bepaling van hunnen standhoek uiterst moeilijk en bewerkelijk. De buis die de oogglazen draagt, draagt ook den mi-

(1) Kort voor het afdrucken van dit blad ontving ik N°. 403 der *Astron. Nachr.*, dat op den 20 Junij jl. uitgegeven is. In dit nummer komt een zeer belangrijk stuk van *BESSEL* voor, waarin hij eene schoone en zeer doelmatige verbetering voorstelt, van eene der handelwijzen welke *STAUER* gevolgd heeft, om de waarde der schroefdeelen van zijnen mikrometer te bepalen, en waarbij hij tevens het ontoereikende van alle andere hulpmiddelen aantoonde. Dat *BESSEL* na zoo veel jaren arbeids met die bepaling nog niet geheel naar wensch geslaagd was, is het stelligste bewijs voor hare ongemeene moeilijkheid. De handelwijze door *BESSEL* voorgesteld, als de eenige van volkomene zekerheid, zal vroeg of laat ook te *Leiden* gevolgd moeten worden; ongelukkig worden daartoe onderscheidene maatstaven van groote juistheid, een mikroskoop en andere toestellen vereischt, voor wier aanschaffing mij voor als nog de middelen ontbreken.

krometer met zijnen verdeelden cirkel, en zoo dikwijls als de temperatuur slechts eenige graden verandert, moet men de buis verzetten om de draden weder volkomen met het brandpunt van het voorwerpglas te doen zamenvallen, en even dikwijls zal de plaats van het nulpunt en dus de indexfout van den cirkel veranderen. Het nulpunt of de indexfout moet dus gestadig van nieuws aan bepaald worden, en kost die bepaling telkens haren tijd, zij kan door den hulpkijker met groote juistheid volbragt worden. STRUVE bezigde daartoe hemellichten, en elke bepaling van het nulpunt, had eene waarschijnlijke fout van $1',37$ (*Mens. Microm.* pag. XXVII). Hier zijn deze bepalingen aanmerkelijk naauwkeuriger. Uit 10 verschillende uitkomsten die op 85 afzonderlijke bepalingen berusten, heb ik bevonden dat de waarschijnlijke fout van elke bepaling bij mij $0',71$ bedraagt, en dus de waarschijnlijke fout van het midden uit een tiental bepalingen, slechts $0',22$. Wat de verdere verbeteringen betreft die de afgelezen standhoeken ondergaan moeten, kan de hoek i (bladz. 59) en zijn invloed mechanisch bijna geheel vernietigd worden, en de hoek i' (bladz. 59) bedraagt, bij het werktuig alhier, slechts weinige seconden. Ik heb daarom, *bij deze proeven*, den invloed dezer hoeken, gelijk ook de buiging der assen buiten rekening gelaten, die ik mede zeer klein bevonden heb, gelijk ook het betrekkelijk kleine gewigt van de buis des kijkers vermoeden liet. Zeer dikwijls is de stand van de pool-as des werktuigs door middel van beide poolsterren bepaald, en tot mijne verwondering, bleek die veel mindere veranderingen te ondergaan, dan de indexfouten van beide grootere cirkels

des werktuigs, zoodat de balkenstelling in haar zelve meer vastheid heeft, dan sommige metalen deelen des werktuigs. De hulptoestel (bladz. 56) die nog aan den kijker aangebragt moet worden, zal deze bepaling zeer kunnen verligten.

Ik kom tot de waarnemingen zelve, in welke mij het weder alle mogelijke teleurstellingen heeft doen ondervinden. Aanvankelijk wilde ik de betrekkelijke ligging van eenige sterren der Pleïaden bepalen, maar het weder verijdelde mijne pogingen, en naauwelijks had ik dien arbeid kunnen aanvangen, toen de Pleïaden zich in de zonnestralen verloren. Ik nam toen mijne toevlugt tot *de Krib* in den Kreeft, maar ook aldaar ging het niet veel beter, en in mijne dagboeken komen geene metingen op grootere afstanden voor, die niet van de aanmerking, *hevig of allerhevigst golvende lucht*, vergezeld gaan. Ik had nog eenige, voor mijne onderzoekingen belangrijke, sterren in het oog, toen een langdurig betrokken weder inviel, en ik besluiten moest, in deze weinige proeven te berusten, die echter voor eene juiste oordeelvelling toereikende zijn.

De volgende metingen zijn allen met de achromatische ooghuis van DUWE volbragt, die eene vergrooting van 210 malen en een gezigtveld van 11,6 geeft. Zij zijn grootendeels op den vollen dag volbragt en dus zonder kunstmatige verlichting. De afstanden berusten op dubbele metingen en zijn in omwentelingen der schroef en onderdeelen uitgedrukt. De standhoeken zijn reeds van de indexfout verbeterd, en de refractie is niet voor elke waarneming, maar alleen voor den gemiddelden uurhoek berekend, hetgeen op de uitkomst gee-

nen invloed heeft, maar de waarschijnlijke fouten iets grooter doet schijnen dan zij werkelijk zijn. w , W , w' en W' hebben de vorige beteekenis (bladz. 82 en 83) en n drukt het aantal afzonderlijke metingen uit. De standhoeken behooren tot den declinatie-cirkel die door het midden tusschen beide hemellichten gaat, en tot den boog naar de ster gericht, die telkens als de tweede voorkomt. De hier medegedeelde stand van Barometer en Thermometer, is het midden hunner aanwijzingen bij elke der reeksen van metingen.

1°. *Meting der betrekkelijke ligging van
f en h Pleiadum.*

AFSTANDEN.

18 Maart.	19 Maart.	4 April.	4 April.
8 ⁿ 53' S. t.	8 ⁿ 30' S. t.	7 ⁿ 11' S. t.	7 ⁿ 25' S. t.
11 ^r , 4815	11 ^r , 502	11 ^r , 4715	11 ^r , 4885
11 ,479	11 ,481	11 ,461	11 ,4815
11 ,494	11 ,4685	11 ,4665	11 ,4725
11 ,4645	11 ,4655	11 ,4675	11 ,4885
11 ,475	11 ,464	11 ,475	11 ,463
11 ,501			

9 April.	9 April.	10 April.
8 ⁿ 43' S. t.	9 ⁿ 2' S. t.	8 ⁿ 37' S. t.
11 ^r , 4655	11 ^r , 463	11 ^r , 477
11 ,4755	11 ,469	11 ,4505
11 ,4475	11 ,452	11 ,4525
11 ,460	11 ,451	11 ,468
11 ,4535	11 ,4665	11 ,456
		11 ,468

Algemeen midden 11',4699.	=	5'	0'',621
Verbetering voor refractie.			+ 0 ,214
Herleiding tot 1 Jan. 1840.			- 0 ,021
Afstand op 1 Jan. 1840. =	5'	0'',814	
Barom. 30,195 E. dm. $n=37$	$w=$	0'',240	
Therm. 44°,5	$W=$	0 ,040	

STANDHOEKEN.

18 Maart.	19 Maart.	4 April.	4 April.
8°9' S. t.	8°20' S. t.	7°1' S. t.	7°41' S. t.
2° 49', 8	2° 56', 9	2° 53', 5	2° 48', 6
56 ,5	56 ,9	49 ,6	64 ,0
55 ,7	56 ,9	66 ,0	60 ,5
53 ,5	65 ,0	57 ,6	56 ,6
58 ,8	65 ,0	50 ,0	57 ,9
52 ,9			

9 April.	9 April.	10 April.
8°21' S. t.	8°27' S. t.	8°16' S. t.
2° 59', 9	2° 58', 4	2° 64', 2
60 ,5	49 ,7	52 ,0
52 ,7	52 ,2	59 ,3
52 ,8	54 ,8	60 ,7
64 ,9	60 ,3	63, 7

Algemeen midden.	2° 58', 22
Verbetering voor refractie.	- 0 ,82
» » den stand des werktuigs.	- 1 ,31
Herleiding tot 1 Jan. 1840.	+ 0 ,08
Standhoek op 1 Jan. 1840 =	2° 56', 17
Barom. 30,195 E. dm. $n=36$	$w'=$ 0'',260
Therm. 44°,5 F.	$W'=$ 0 ,043

2°. *Meting der betrekkelijke ligging van
ζ en 35 Leonis.*

AFSTANDEN.

22 April.	23 April.	25 April.
11°18' S. t.	11°24' S. t.	11°18' S. t.
12',0005	11',985	11',9975
11 ,9945	11 ,9955	11 ,995
11 ,989	11 ,9815	12 ,001
11 ,9895	12 ,0065	11 ,990
12 ,066	12 ,0025	11 ,985
12 ,0035	11 ,989	12 ,006
	12 ,0005	12 ,0085
27 April.	28 April.	28 April.
9°57' S. t.	10°6' S. t.	11°30' S. t.
12',0035	12',029	11',998
12 ,0005	12 ,011	12 ,022
12 ,0095	12 ,029	12 ,029
12 ,0125	12 ,0305	12 ,017
12 ,0045	12 ,0245	12 ,0215
12 ,0085	12 ,0125	
12 ,002	12 ,027	

Algemeen midden 12',0058. = 5' 14'',666

Verbetering voor refractie. + 0 ,108

Afstand op 26 April 1840. = 5' 14'',774

Barom. 30,305 E. dm. $n=39$ $w=$ 0'',226

Therm. 66°,7 F. $W=$ 0 ,038

STANDHOEKEN.

22 April.	23 April.	25 April.
10°57' S. t.	11°2' S. t.	11°5' S. t.
342° 51', 7	342° 48', 5	342° 58', 6
53 ,4	52 ,0	60 ,4
53 ,7	46 ,4	63 ,9
54 ,9	55 ,0	62 ,5
48 ,9	47 ,6	58 ,5
51 ,3	52 ,2	
46 ,9		

27 April.	28 April.	28 April.
9°33' S. t.	9°48' S. t.	11°20' S. t.
342° 57', 6	342° 57', 3	342° 62', 3
57 ,0	56 ,8	57 ,8
55 ,9	53 ,8	59 ,3
55 ,9	48 ,4	48 ,2
53 ,9	51 ,3	49 ,3
56 ,8	50 ,5	51 ,4
53 ,0	51 ,2	
	48 ,2	
	49 ,5	
	57 ,2	

Algemeen midden.	342° 53', 88
Verbetering voor refractie.	+ 0 ,07
» » den stand des werktuigs.	+ 1 ,21
Standhoek op 26 April 1840 =	342° 55', 16
Barom. 30,305 E. dm. $n=41$ $w' =$	0", 282
Therm. 66°,7 $W' =$	0 ,044



3°. *Meting der betrekkelijke ligging van*
41 ε Cancri en 1052 BAILY.

AFSTANDEN.

22 April.	23 April.	25 April.
10°32' S. t.	10°36' S. t.	10°12' S. t.
17', 349	17', 374	17', 3485
17 ,349	17 ,366	17 ,3475
17 ,347	17 ,3535	17 ,347
17 ,3455	17 ,3785	17 ,363
17 ,350	17 ,376	17 ,3535
	17 ,363	17 ,3475
	17 ,369	
	17 ,3635	

28 April.	1 Mei.
11°2' S. t.	11°53' S. t.
17', 344	17', 3755
17 ,355	17 ,3735
17 ,362	17 ,372
17 ,353	17 ,370
17 ,3475	17 ,3645
17 ,3515	17 ,3735

Algemeen midden 17', 3591. = 7' 34'', 973

Verbetering voor refractie. + 0 ,183

Afstand op 26 April 1840 = 7' 35'', 156

Barom. 30,308 E. dm. $n=31$ $w=$ 0'', 191

Therm. 64°, 0 F. $W=$ 0 ,035

STANDHOEKEN.

22 April.	23 April.	25 April.
10°12' S. t.	10°11' S. t.	9°52' S. t.
350° 34', 0	350° 30', 6	350° 33', 1
31 ,8	33 ,0	29 ,2
35 ,6	33 ,3	30 ,1
32 ,0	29 ,6	33 ,6
33 ,0	32 ,1	33 ,6
35 ,4	30 ,4	34 ,8

28 April.	1 Mei.
10°55' S. t.	11°34' S. t.
350° 32', 1	350° 29', 4
33 ,9	29 ,7
34 ,5	30 ,8
32 ,4	30 ,2
33 ,4	31 ,6
32 ,4	37 ,0
	33 ,3
	34 ,0
	32 ,7

Algemeen midden.	350° 32', 53
Verbetering voor refractie.	+ 0 ,20
» » den stand des werktuigs.	- 0 ,17
Standhoek op 26 April 1840 =	350° 32', 56
Barom. 30,308 E. dm. $n = 34$ $w' =$	0'', 172
Therm. 64°, 0 F. $W' =$	0 ,029

4°. *Meting van de betrekkelijke ligging der begeleiders van 41 ε Cancri en 1052 BAILY.*

Nabij elke der twee genoemde sterren staat eene kleinere, naar voorloopige metingen aldus;

bij 41 ε Cancri, op 2'14'',2 afstand en 246°21' standhoek.

» 1052 BAILY, » 1' 3'',2 » » 342° 4' »

De onderlinge ligging dezer kleinere sterren is aldus gemeten:

AFSTANDEN.

25 April.	27 April.	28 April.	1 Mei.
10°48' S. t.	10°36' S. t.	10°41' S. t.	11°10' S. t.
21', 2625	21', 268	21', 300	21', 2895
21 ,264	21 ,262	21 ,285	21 ,286
21 ,2655	21 ,276	21 ,2935	21 ,298
21 ,2837	21 ,2605	21 ,2995	21 ,299
21 ,2815	21 ,2524	21 ,2945	21 ,288
21 ,288	21 ,2675		

1 Mei.	2 Mei.	2 Mei.
11°20' S. t.	11°15' S. t.	11°30' S. t.
21', 292	21', 2725	21', 265
21 ,281	21 ,274	21 ,278
21 ,3025	21 ,2755	21 ,2685
21 ,292	21 ,2645	21 ,266
21 ,289		

Algemeen midden 21',2796. = 9' 17'',728

Verbetering voor refractie. + 0 ,253

Afstand op 30 April 1840 = 9' 17'',981

Barom. 30,299 E. dm. $n=35$ w = 0'',244

Therm. 66°,6 F. W = 0 ,041

STANDHOEKEN.

25 April.	27 April.	28 April.	1 Mei.
10°35' S. t.	11°21' S. t.	10°27' S. t.	10°52' S. t.
3° 10', 5	3° 7', 0	3° 9', 9	3° 10', 6
15 ,8	4 ,5	7 ,1	13 ,0
10 ,9	4 ,6	8 ,6	6 ,2
12 ,2	2 ,4	12 ,6	6 ,3
10 ,6		13 ,5	5 ,5
		7 ,3	8 ,1

1 Mei.	2 Mei.	2 Mei.
11°0' S. t.	10°58' S. t.	11°5' S. t.
3° 5', 1	3° 10', 9	3° 10', 3
5 ,9	12 ,3	10 ,3
9 ,0	12 ,3	13 ,0
10 ,0	15 ,3	13 ,3
9 ,4	9 ,4	
9 ,4		
6 ,4		

Algemeen midden.	3° 9', 20
Verbetering voor refractie.	+ 0 ,16
» » den stand des werktuigs. . .	- 0 ,28
Standhoek op 30 April 1840 =	3° 9', 08
Barom. 30,299 E. dm. $n=37$ $w' =$	0'', 345
Therm. 66°, 6 F. $W' =$	0, 057

5°. *Meting der betrekkelijke ligging van
c en e Pleïadum.*

AFSTANDEN.

13 April.	14 April.	14 April.	15 April.
9 ^m 18' S. t.	8 ^m 58' S. t.	9 ^m 8' S. t.	9 ^m 5' S. t.
23', 6375	23', 688	23', 671	23', 6565
23 ,6335	23 ,6625	23 ,650	23 ,669
23 ,661	23 ,663	23 ,650	23 ,6705
23 ,6175	23 ,644	23 ,644	23 ,699
23 ,666	23 ,6395	23 ,646	23 ,6735

17 April.	18 April.
9 ^m 13' S. t.	9 ^m 12' S. t.
23', 6305	23', 6375
23 ,6645	23 ,657
23 ,6465	23 ,6685
23 ,6785	23 ,629
23 ,6635	23 ,6435
23 ,6600	23 ,6785
23 ,6640	

Algemeen midden 23', 6565.	=	10' 20", 025
Verbetering voor refractie.		+ 0 ,183
Herleiding tot 1 Jan. 1840.		- 0 ,032
Afstand op 1 Jan. 1840 =		10' 20", 176
Barom. 29,973 E. dm. $n = 33$ $w =$		0', 320
Therm. 64°, 5 F. $W =$		0 ,055

STANDHOEKEN.

13 April.	13 April.	14 April.	14 April.
8°42' S. t.	8°51' S. t.	8°51' S. t.	8°51' S. t.
304° 28', 6	304° 33', 8	304° 29', 3	304° 33', 3
25 ,3	29 ,9	27 ,9	33 ,8
30 ,9	32 ,4	28 ,7	31 ,2
31 ,4	30 ,9	29 ,7	28 ,3
29 ,1	31 ,0	32 ,7	33 ,1

15 April.	17 April.	18 April.
8°43' S. t.	8°58' S. t.	8°50' S. t.
304° 27', 6	304° 32', 7	304° 27', 9
31 ,3	30 ,5	28 ,9
31 ,8	31 ,3	34 ,3
30 ,0	31 ,1	31 ,6
31 ,6	34 ,3	31 ,6
31 ,6	30 ,0	30 ,9

Algemeen midden.	304° 30', 80
Verbetering voor refractie.	— 1 ,18
» » den stand des werktuigs.	— 1 ,84
Herleiding tot 1 Jan. 1840.	+ 0 ,09
Standhoek op 1 Jan. 1840 =	304° 27', 87
Barom. 29,973 E. dm. $n = 38$ $w' =$	0°, 247
Therm. 64°, 5 F. $W' =$	0, 040

De kleine verschillen tusschen de reeksen van metingen, hetzelfde sterrenpaar betreffende, zouden het bestaan van kleine ongelijkheden in de mikrometer-schroef kunnen doen vermoeden, maar vinden eene veel natuurlijker verklaring in de ongunstige luchtsges-

steldheden onder welke ik doorgaans de metingen volbrengen moest. Na de voltooiing der voorgaande metingen merkte ik in de *Krib* van den Kreeft twee kleine sterren op, die $11\frac{1}{2}$ van elkander verwijderd zijn en zich nog zeer goed met de gebruikte oogbuis zouden hebben doen meten, maar het weder heeft mij tot heden het uitvoeren dier meting belet. Stelt men de verkregene einduitkomsten, voor een beter overzicht, bij elkander, zoo heeft men:

Nº.	Afstand.	w	W	Standhoek.	w'	W'
1	5' 0",814	0",240	0",040	2° 56',17	0",260	0",043
2	5 14 ,774	0 ,226	0 ,038	342 55 ,16	0 ,282	0 ,044
3	7 35 ,156	0 ,198	0 ,035	350 32 ,56	0 ,172	0 ,029
4	9 17 ,981	0 ,244	0 ,041	3 9 ,08	0 ,345	0 ,057
5	0 20 ,176	0 ,320	0 ,055	304 27 ,87	0 ,247	0 ,040

Wanneer men de waarschijnlijke fout van elke meting bij elk willekeurig sterrenpaar, naar de bekende formules

$$w = 0,6745 \sqrt{\frac{f^2}{n-v}} \text{ en } w' = 0,6745 \sqrt{\frac{f(d \sin e)^2}{n-v}}$$

berekent, dan vindt men uit het 536tal afzonderlijke waarnemingen:

Gemiddelde afstand.	w	w'
7'29",6	0",2484	0",2711

STRUVE heeft in zijne *Mens. Microm.*, de metingen op 60 sterrenparen van grootere afstanden medegedeeld, onder welke 12 voorkomen bij welke de afstand 5' overtreft, terwijl de grootste afstand 7' is. Volgens de opgaven van STRUVE zijn de waarschijnlijke fouten

van de uitkomsten op elken dag verkregen, voor die sterreparen $W = 0'',1937$, $W' = 0'',2034$. Nooit volbragt STRUVE minder dan drie metingen op denzelfden dag, dikwijls veel meer; en als wij stellen dat elke uitkomst op een drietal metingen berust, dan verkrijgen wij getallen, die zeker weder iets kleiner zijn dan de waarschijnlijke fouten zijner afzonderlijke metingen. Wij vinden dan bij STRUVE:

Gemiddelde afstand.	w	w'
6'5'',8	0'',3355	0'',3523

Zelfs bij den afstand van meer dan 10', die met den mikrometer te *Dorpat* niet meer omvat kon worden, waren de waarschijnlijke fouten mijner metingen aanmerkelijk minder, zoodat de uitbreiding der metingen op grootere afstanden, te *Leiden* aanmerkelijk beter dan te *Dorpat* gelukt.

De volmaaktste metingen op grootere afstanden welke men tot heden kent, zijn die welke BESSEL tot zijne schoone bepaling van den afstand des sterrenpaars 61 Cygni geleid hebben. Deze metingen zijn echter niet met den mikrometer, maar met den heliometer volbragt, en toch kunnen de metingen te *Leiden* eene vergelijking met deze wederstaan. BESSEL heeft zich hoofdzakelijk bij de afstanden bepaald en op de standhoeken minder acht gegeven. Zijne geheele bepaling berust op het herhaalde meten van den afstand van genoemd sterrenpaar tot twee andere sterren, van welke de eene (α) 7'46'', de andere (β) 11'44'' van hetzelfde verwijderd is. De middelbare fout der uitkomst op elken dag verkregen is (*Astr. Nachr.* N^o. 402) bij de ster α 0'',1551 en bij de ster β 0'',1841. Elken

dag volbragt BESSEL (*Astr. Nachr.* No. 365) aanvankelijk 6, later ten minste 8 dubbele metingen en dikwijls nog meer, zoodat wij het aantal dubbele metingen waarop elke uitkomst berust, op 8 stellen kunnen. De grootere ligtheid der heliometer-metingen, bij welke de hemellichten, onverschillig hoe groot hun afstand is, onmiddellijk bij elkander in het midden des velds gebragt worden, bij welke men het oog slechts op een enkel punt behoeft te vestigen, en de metingen door eenige beweging in het werktuig *in het geheel geene* storing ondergaan, maakt het zeer onwaarschijnlijk, dat men daarbij den eenen dag anders dan den anderen dag oordeelen zoude, zoo dat men om de waarschijnlijke fout van elke afzonderlijke dubbele meting te verkrijgen, de bovenstaande getallen met $0,6745 \sqrt{8}$ d. i. met 1,9077 vermenigvuldigen moet. Men vindt dan:

bij de ster α , afstand $7' 46''$, $w = 0'', 2959$

» » » β , » $11' 44''$, $w = 0'', 3512$

De metingen te *Leiden* behoeven alzoó voor deze niet te wijken, en het blijkt hieruit dat de mikrometer te *Leiden*, eene soortgelijke bepaling als die van den afstand van 61 Cygni, volkomen zoude toelaten. Wapent men het werktuig met goede achromatische oogglazen als die van den Heer DUWE, zoo kan men van eenen niet minder gunstigen uitslag verzekerd zijn.

Het is inderdaad opmerkelijk dat de metingen te *Leiden*, zonder een aanmerkelijk verlies in juistheid, tot op $10\frac{1}{2}'$ zijn uitgebreid en zich, met de bestaande oogbuizen, even goed zelfs tot op $11\frac{1}{2}'$ zouden hebben laten uitbreiden. Ligtelijk kan dit echter nog verder

gebracht worden, want daartoe wordt niets meer dan het bezit van een paar nieuwe oogbuizen vereischt, die een weinig minder vergrooten en daardoor een grooter gezigtsveld verkrijgen. Eene oogbuis die 150 malen vergroot, zoude een gezigtsveld van 16' kunnen bezitten, en de metingen met hooge juistheid tot op 15' of $15\frac{1}{2}'$ toelaten. Zoodra de middelen het mij zullen veroorlooven, zal ik met den Heer DUWE over de vervaardiging van een nieuw stel oogbuizen in onderhandeling treden.

PROEVE VAN TOEPASSING DES MIKRO- METERS OP DE PLAATSBEPALING VAN KOMETEN.

Eene der schoonste toepassingen welke STRUVE van den mikrometer gemaakt heeft, bestaat in de plaatsbepaling van lichtzwakke kometen, die vroeger aan onoverkomelijke moeilijkheden verbonden scheen, en steeds eene te groote onzekerheid had nagelaten. De theorie was hier de waarnemingen vooruit, en eene afwijking tusschen beider uitkomsten, was ver van altoos met zekerheid eene fout in de aangenomen elementen aantewijzen, tot dat STRUVE in het jaar 1828, bij de verschijning der komeet van ENCKE, voor het eerst de mogelijkheid aantoonde, om de plaatsen van zelfs zeer flauwe kometen, met eene even groote juistheid als die der vaste sterren te bepalen. STRUVE heeft daarna de uitnemende geschiktheid van den mikrometer voor zulke bepalingen, ook bij de verschijningen der kometen van BIELA en HALLEY bewezen en daardoor de verschillende wijzen, waarop men die bepalin-

gen weleer volbragt, het grootste deel harer waarde ontnomen. — Het is eene zeer belangrijke vraag, of ook deze, voor de sterrekunde zoo allergewigtigste bepalingen, te *Leiden* even goed als te *Dorpat* zouden gelukken, en voor hare beantwoording werd mij eene schoone gelegenheid aangeboden, op welke ik te minder had kunnen rekenen, daar men in zoo vele jaren geene kometen had gezien. In dit jaar vertoonden zich zelfs drie kometen, van welke de middelste voor mijn doel volkomen geschikt was en mij in staat stelde, aan mijne eerste proeven met den mikrometer, eene grootere volledigheid te geven, dan ik aanvankelijk bedoelen kon.

Bij de zoo onverwachte verschijning der drie kometen in dit jaar, was ik voor de metingen op grootere afstanden nog niet gereed, en had ik van de waarneming dezer hemellichten mijn hoofdwerk willen maken, dan zouden die, bij het toenmalige ongunstige weder, toch zeer onvolledig gebleven zijn, terwijl ik eenen langen tijd, de meting der dubbele sterren, die elk gunstig oogenblik voor zich eischten, geheel had moeten staken. Ik heb daarom van de verschijning dezer kometen alleen in zoo ver partij getrokken, als voor het reeds genoemde onderzoek noodig was, en mij alleen bij eenige waarnemingen op de tweede komeet van dit jaar bepaald, omdat die zich door zwakte van licht en volstrekt gebrek aan eenen kern of kenbaar lichtpunt onderscheidde, en alzoo tot de kometen behoorde, wier waarneming bij uitstek moeilijk en onzeker is.

Bij die waarnemingen moest natuurlijk de kunstmatige verlichting der draden, op bladz. 41 beschre-

ven, aangewend worden, maar het is er ver van daan, dat bij onzen mikrometer, zoo als die nu is, het geheele veld bij de verlichting der draden volkomen donker zoude blijven. Ook de randen van het veld worden verlicht, hetgeen eene weerkaatsing op de glazen en eene zeer hinderlijke flaauwe lichtplek in het veld ten gevolge heeft, die de waarnemingen van zulk een flaauw voorwerp als de genoemde komeet, zeer bezwaarde. Deze zwaarigheid kan intuschen verholpen worden, door aan de diaphragma's in de oogbuizen, eene kleine wijziging te brengen, die zoo spoedig mogelijk zal worden uitgevoerd.

De komeet werd op den 25 Jan. jl. door den Heer GALLE te *Berlijn* ontdekt, waarvan ik door de goedheid van den Hoogleeraar SCHUMACHER te *Altona* op den 2 Febr. het bericht ontving. Op den avond van dien dag werd de komeet door mij gezien, maar hare plaats kon alleen door den kijker, bij benadering, bepaald worden. Den volgenden dag liet een gunstig tijdvak eenige weinige mikrometer-metingen op de komeet toe, die slechts op vier avonden daarna hervat konden worden, maar die voor het tegenwoordige onderzoek toereikende zijn.

Waarnemingen van den 3 Febr.

Nabij de komeet stond eene ster der 8^{te} grootte, met betrekking tot welke hare plaats is bepaald, door afstand en standhoek te meten. De tijd moest heden op een gewoon zak-horologie afgelezen worden, daar de chronometer bij den Horologie-maker was en nevens den kijker geene pendule geplaatst kan worden. De metingen zijn de volgende:

Sterretijd.	Standhoek.	Sterretijd.	Afstand.
7 ^u 21' 17"	166° 36'	7 ^u 32' 53"	11' 19",4
24 23	166 3	35 58	27 ,3
26 53	165 33	38 5	34 ,7
27 59	165 1	40 24	37 ,6

Sterretijd.	Standhoek.
7 ^u 43' 17"	161° 1'
44 23	160 46
45 22	160 36
46 35	160 3

Wolken verhinderden de meting der afstanden te herhalen.

Omdat de afstand en standhoek niet gelijkmatig veranderen, kan men hier niet volstaan met het midden uit de metingen te nemen, maar moeten zij op eene eigenaardige wijze berekend worden. Ik heb daarbij de voorschriften van STRUVE gevolgd in N°. 266 der *Astr. Nachr.* ontwikkeld, tot welke ik den lezer verwijzen moet. Als benaderde plaats heb ik aangenomen.

7^u 36' 50" S. t. Afst. 11' 29",7 Standh. 162° 43',7

Noemt men, met STRUVE, het verschil in Afwijking tusschen komeet en ster, uit deze betrekking afgeleid m , het verschil in Regte-klimming met den co-sinus der Afwijking vermenigvuldigd n , de fouten dezer bepalingen dm en dn , dan kan men door de bekende beweging der komeet, uit de waarnemingen zoo vele vergelijkingen tusschen dm en dn afleiden als er waarnemingen gegeven zijn. Zoo vindt men

langs den weg door STRUVE aangewezen, met behulp der ephemeride van de komeet, door den Heer KYSARUS in N°. 399 der *Astr. Nachr.* gegeven:

$$\begin{aligned}
 + 1'',4 &= -0,96 \, dm + 0,28 \, dn. \\
 + 0,0 &= -0,96 \, dm + 0,29 \, dn. \\
 + 1,3 &= -0,95 \, dm + 0,30 \, dn. \\
 - 2,8 &= -0,95 \, dm + 0,31 \, dn. \\
 - 2,1 &= -0,23 \, dm - 0,98 \, dn. \\
 - 1,4 &= -0,24 \, dm - 0,98 \, dn. \\
 + 1,2 &= -0,25 \, dm - 0,97 \, dn. \\
 - 1,4 &= -0,26 \, dm - 0,97 \, dn. \\
 - 0,8 &= -0,32 \, dm - 0,95 \, dn. \\
 - 0,6 &= -0,33 \, dm - 0,94 \, dn. \\
 + 0,4 &= -0,33 \, dm - 0,94 \, dn. \\
 - 2,8 &= -0,34 \, dm - 0,94 \, dn.
 \end{aligned}$$

Deze vergelijkingen naar de methode der kleinste quadraten oplossende, vindt men $dm = +0'',18$ en $dn = +0'',90$ en hieruit voor $7^h36'50''$ Sterre tijd:

$$\begin{aligned}
 \text{R. k. der komeet} &= \text{R. k. der ster} + 6'43'',26, \text{ w. fout } 0'',66 \\
 \text{Afw. } \gg \gg &= \text{Afw. } \gg \gg -10\,58,42, \gg \gg 0,46
 \end{aligned}$$

De waarschijnlijke fout van elke der bovenstaande vergelijkingen is slechts $0'',94$.

Waarnemingen van den 2^{den} Maart.

Van den 3^{den} tot den 23 Febr. is de komeet niet gezien. Eerst op den 2^{den} Maart konden weder mikrometer-metingen op haar in het werk gesteld worden. De komeet was zeer slaauw en stond nabij eene ster der 8-9 grootte, met betrekking tot welke haar afstand en standhoek gemeten is.

Sterretijd.	Standhoek.	Sterretijd.	Afstand.
6 ^u 0'39",9	300° 42', 4	6 ^u 8'13",2	9'26",8
16 37 ,9	298 55 ,6	25 34 ,7	8 46 ,7
35 12 ,1	296 52 ,8	45 18 ,6	8 6 ,0
55 48 ,5	293 40 ,9	7 3 2 ,4	7 19 ,5
7 17 15 ,8	290 52 ,6	9 41 ,5	7 7 ,2

Als voorloopige plaats werd aangenomen :

6^u37'6",8 S. t. Afst. 8'20",8 Standh. 296°12',9.

De vergelijkingen uit de waarnemingen en de ephemeride van KYSÆUS afgeleid, en naar de methode der kleinste quadraten opgelost, geven $dm = +2'',78$ en $dn = +2'',27$ en hiermede voor 6^u37'6",8 S. t.

R. k. der komeet = R. k. der ster $-8'55'',51$, w. fout 0",84
 Afw. » » = Afw. » » $+3'43,99$, » » 0 ,71

De waarschijnlijke fout van elke vergelijking is hier 1",58.

Waarnemingen van den 3^{den} Maart.

Nabij de komeet stond eene zeer kleine ster, met betrekking tot welke hare verschillen in Regte klimming en Afwijking onmiddellijk bepaald zijn, op de wijze door STRUVE in de *Astr. Nachr.* N°. 266 beschreven. De tijdsverloopen werden bepaald naar de tikken des chronometers, van welke 130 eene minuut uitmaken.

Sterretijd.	Vershillen in R. k.	Sterretijd.	Vershillen in R. k.
7 ^u 11'12",8	20",31	7 ^u 16'23",2	20",98
12 17 ,8	20 ,71	17 23 ,3	21 ,31
13 8 ,0	21 ,04	19 48 ,6	22 ,05
14 13 ,0	20 ,94	21 6 ,0	21, 88

Sterretijd.	Verschillen in Afw.	Sterretijd.	Verschillen in Afw.
7 ^h 28' 4", 8	6' 44", 7	7 ^h 42' 41", 3	7' 18", 1
30 30 ,0	49 ,8	45 16 ,7	17 ,9
36 8 ,7	58 ,0	47 1 ,9	22 ,6
41 11 ,2	7 12 ,9	48 24 ,0	26 ,3

Wanneer men uit deze bepalingen het midden neemt, door de ephemeride van KYSÆUS elke der metingen tot het oogenblik van haar algemeen midden herleidt en deze uitkomsten bij het midden vergelijkt, zoo vindt men voor 7^h 15' 41", 1 Sterretijd:

R. k. der komeet = R. k. der ster + 21", 192, w. fout 0", 056
voor 7^h 39' 54", 7 Sterretijd:

Afw. der komeet = Afw. der ster - 7' 8", 79, w. fout 0", 50

De waarschijnlijke fout van elke bepaling voor de R. k. is 0", 156 tijds, voor de Afw. 1", 45. De verschillen in R. k. zijn in tijdsseconden uitgedrukt.

Waarnemingen van den 5 Maart.

Op eenen aanmerkelijken afstand van de komeet bevond zich eene ster der 7^{de} groote tot welke hare plaats is herleid, door verschillen in Regte klimming en Afwijking met den mikrometer te bepalen. Voor de verschillen in R. k. werden de draden loodregt op den aequator en op eenigen afstand van elkander gebracht, zoodat elke doorgang door het veld eene dubbele bepaling gaf, wier midden alleen hier is medegedeeld. Alles wat de R. k. betreft, is weder in tijd uitgedrukt.

Sterretijd.	Vershillen in R. k.	Sterretijd.	Vershillen in R. k.
6 ^u 23' 30", 0	3' 17", 41	6 ^u 46' 31", 3	3' 14", 73
30 15 ,0	16 ,62	53 13 ,8	14 ,20
36 0 ,0	16 ,16	58 39 ,6	13 ,62
41 55 ,2	15 ,42		

Sterretijd.	Vershillen in Afw.	Sterretijd.	Vershillen in Afw.
7 ^u 12' 15", 6	5' 53", 65	7 ^u 30' 18", 6	6' 22", 69
15 43 ,2	6 0 ,44	34 33 ,4	27 ,81
22 27 ,0	10 ,71	38 11 ,4	37 ,67
26 45 ,6	21 ,09	41 30 ,4	46 ,83

Behandelt men deze waarnemingen even als de voorgaande, zoo vindt men voor 6^u 41' 26", 4 Sterretijd:

R. k. der komeet = R. k. der ster — 3' 15", 451, w. fout 0", 025:
voor 7^u 27' 46", 67 Sterretijd:

Afw. der komeet = Afw. der ster — 6' 20", 11, w. fout 0", 61

De waarschijnlijke fout van elke bepaling voor de Regte-klimming is 0", 061 tijds en voor de Afwijking 1", 75.

Waarnemingen van den 7^{den} Maart.

Heden zijn verschillen in R. kl. en Afw. tusschen de komeet en eene ster der 9^{de} grootte bepaald, in wier nabijheid zij zich ophield. De lage stand der komeet en het maanlicht, verzwaarden hare waarneming.

Sterretijd.	Verschillen in R. k.	Sterretijd.	Verschillen in R. k.
7 ^a 57' 37", 8	18", 33	8 ^a 7' 31", 2	17", 41
58 16 ,4	18 ,69	10 58 ,1	17 ,41
8 1 0 ,0	17 ,59	11 42 ,6	17 ,18
4 5 ,4	17 ,36	13 12 ,6	16 ,95
5 10 ,8	17 ,54	13 58 ,2	16 ,72
Sterretijd.	Verschillen in Afw.	Sterretijd	Verschillen in Afw.
8 ^a 19' 39", 6	3' 18", 7	8 ^a 29' 22", 2	3' 0", 8
21 5 ,4	16 ,1	31 35 ,4	2 55 ,8
23 36 ,6	12 ,6	32 50 ,4	53 ,4
24 26 ,4	9 ,0	31 1 ,8	51 ,1
25 39 ,6	8 ,1	34 37 ,8	51 ,6
28 35 ,4	4 ,5	36 9 ,6	46 ,0

Deze waarnemingen op de gewone wijze berekend, geven,
voor 8^a 6' 22", 38 Sterretijd:

R. k. der komeet = R. k. der ster - 17", 518, w. fout 0", 052
voor 8^a 28' 28", 32 Sterretijd:

Afw. der komeet = Afw. der ster + 3' 2", 31, w. fout 0", 30.

De waarschijnlijke fout van elke bepaling is hier
voor de Regte-klimming 0", 167 tijds, voor de Afwij-
king 1", 05.

Daar het buiten mijn doel lag, heb ik aan deze
waarnemingen geene verdere herleidingen toegebragt.

Wanneer men deze verschillende waarnemingen ver-
gelijkt met de plaatsbepaling van kometen door STRUVE
volbragt, dan blijkt daaruit ten duidelijkste, dat de
mikrometer te *Leiden*, ook voor de plaatsbepaling van
lichtzwakke kometen, even veel kan opleveren, als het
schoonste dat men aan de volkomenste en kostbaarste
werktuigen, in dit opzigt tot heden verschuldigd is.

BESLUIT.

Alles wat de met mikrometer gewapende kijker op het observatorium te *Leiden*, gedurende het korte tijdvak van zijn aanwezen heeft opgeleverd, bewijst alzoo dat dit kleine en onkostbare werktuig, in veelsoortige hoogstgewichtige sterrekundige bepalingen, eene juistheid toelaat, die men van veel grootere en meer kostbare werktuigen niet beter verlangen kan. Zoo vereenigt zich alles, wat het observatorium te *Leiden*, in het laatste tweetal jaren heeft voortgebracht, om aantetoonen, dat het, door zijne jongste toerusting en verbetering, in eene stichting is herschapen, die hoe ook onvolkomen, zeer veel ter bevordering van den bloei en de eer der wetenschap in ons vaderland, en die ook het hare ter bevordering der wetenschap in het algemeen bijdragen kan. Wanneer ik mijne vreugde niet ontreins, dat een zoo belangrijke overgang, wiens gewigt niemand meer dan ik kon gevoelen, door de aanwending van betrekkelijk zeer geringe onkosten is tot stand gebracht, zoo beschuldige mij echter niemand

van den waan, dat daarmede aan de eischen der sterrekunde in ons vaderland, geheel beantwoord zoude wezen. Volgaarne erken ik, dat het observatorium te *Leiden* om zijn' oorspronkelijken aanleg, om zijn volslagen gebrek aan alles wat den waarnemer zijnen arbeid zoude moeten verligten, ook om zijnen wankelbaren grondslag en ongeschikte standplaats, geen naam verdient; maar genoeg zal het zijn, indien het zich, door zijne voortbrengselen eenen naam zal mogen verwerven, dien het om zich zelf niet waardig gekeurd kan worden. Slechts een enkel werktuig van eenige beteekenis, is hier uitsluitend voor wetenschappelijke onderzoekingen bestemd en zeer veel is buiten het bereik van dit, in zijne soort, zoo kleine voorwerp gelegen; maar toch, gelijk dit reeds overvloediglijk bewezen is, heeft het eene onuitputtelijke bron van hoogstgewichtige werkzaamheden geopend, die den waarnemer op het observatorium te *Leiden*, nu eene rijke keuze tusschen nog onvolbrachte of onvoltooide, hoogst nuttige wetenschappelijke werkzaamheden aanbiedt. Het gebrekkige en onvoldoende, dat het observatorium, ook voor zijn tegenwoordig doel, nog aankleeft, veronderstelt bij den waarnemer eene inspanning van ligchamelijke en zedelijke kracht, die hij alleen van zich zelven mag afvergen, maar het is te hopen dat hoogere ondersteuning steeds zijn' arbeid zal verligten, en dat eene redelijke onbekrompenheid in zijne hulpmiddelen, hem tegen de verijdeling zijner beste pogingen waarborgen zal. Wij wenschen met velen, dat eenmaal, als ons dierbaar vaderland de treurige gevolgen der stormen zal ontworsteld zijn, die het in het laatste tiental jaren geteisterd hebben, eene,

den wetenschappelijken roem des vaderlands waardige stichting, het tegenwoordig observatorium zal vervangen; maar wij stellen er hooger prijs op, alsdan niet in het geval te zullen verkeerren, van te wenschen hetgeen wij ons onwaardig betoonden. Bedenken wij dat sterrekundige werktuigen geene de minste waarde bezitten, wanneer zij niet op eene doelmatige wijze gebruikt worden en dat ook de volkomenste sterrekundige stichting, onder een onvolkomen beheer, een land tot schande strekt. Onze dringendste behoefte is voor het oogenblik niet in die kostbare hulpmiddelen, op wier bezit andere volken zich teregt beroemen, maar in geschikte sterrekundigen gelegen, en het eerste middel, om der sterrekunde een' duurzamen bloei in ons vaderland te verzekeren, bestaat in hare beoefening, onder die jonge lieden te bevorderen en aantekweeken, wier natuurlijke neiging, met geest en ligchaamskrachten vereenigd, de schoonste gevolgen van hunne opleiding in een voor ons vaderland zoo onontbeerlijk studievak belooft. Daartoe te arbeiden beschouw ik als mijn eersten plicht, daarin ondersteund te worden is mijn hoogste wensch, en mogten mijne pogingen reeds aanvankelijk eenige vruchten dragen, zoo moet ik toch blijven hopen op eene billijke bemoediging en een beter uitzigt voor mijne geliefde jeugdige vrienden, die met mij naar de edelste kennis strevende, de behoefte van hun hart en daarmede mijne reinste wenschen vervullen.

Fig. 2.





